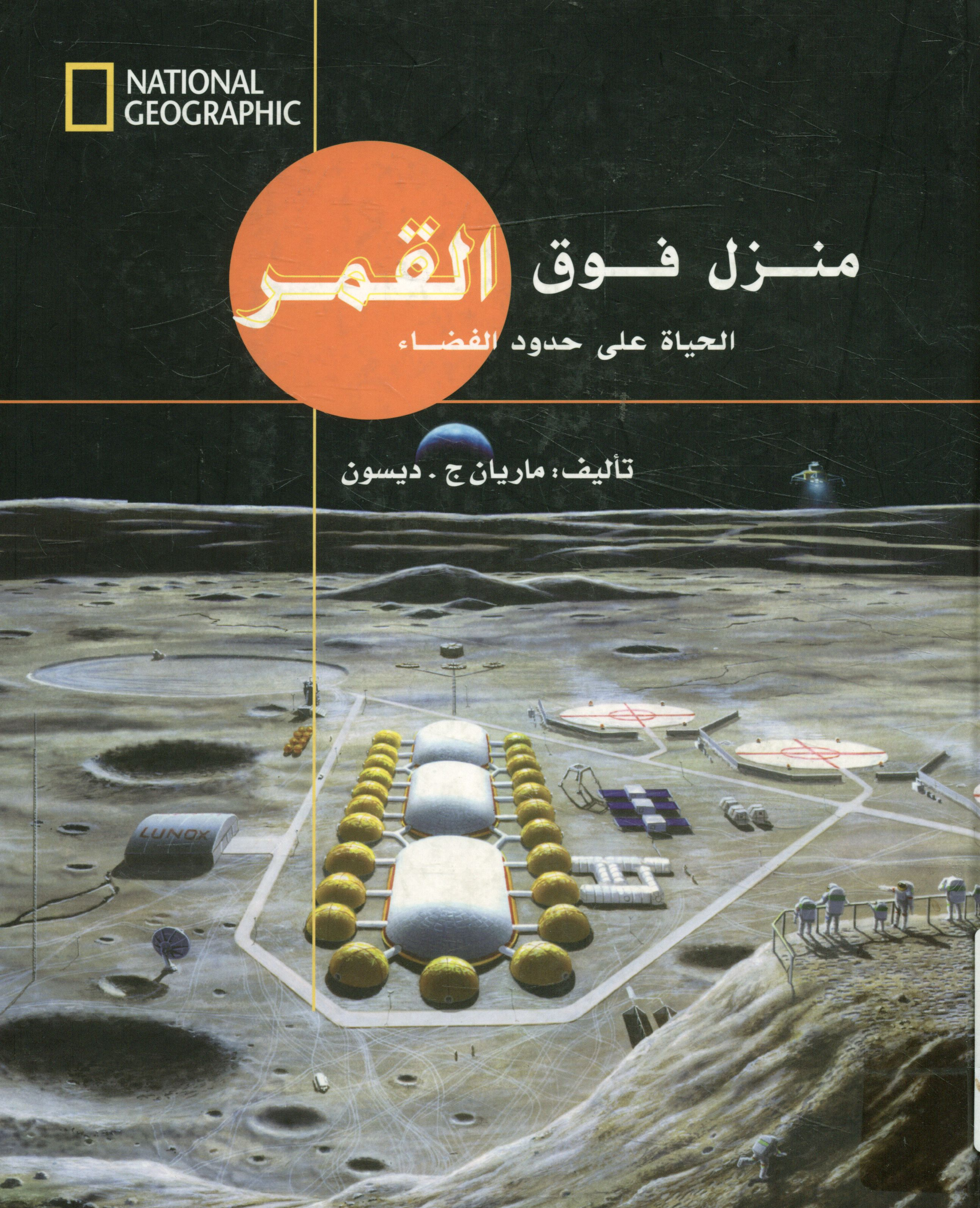
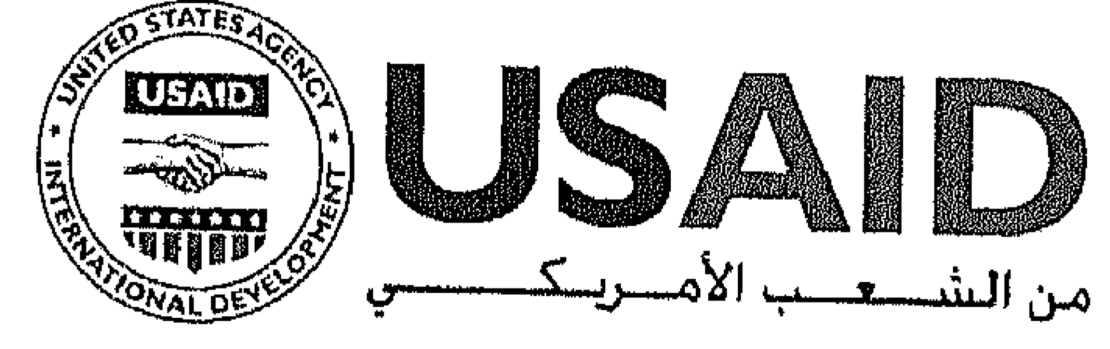
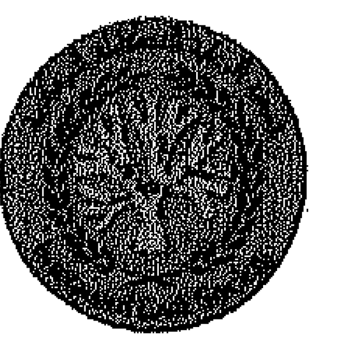

NATIONAL GEOGRAPHIC
منزل فوق القمر
الحياة على حدود الفضاء
تأليف: ماريان ج. ديسون
LUNOX

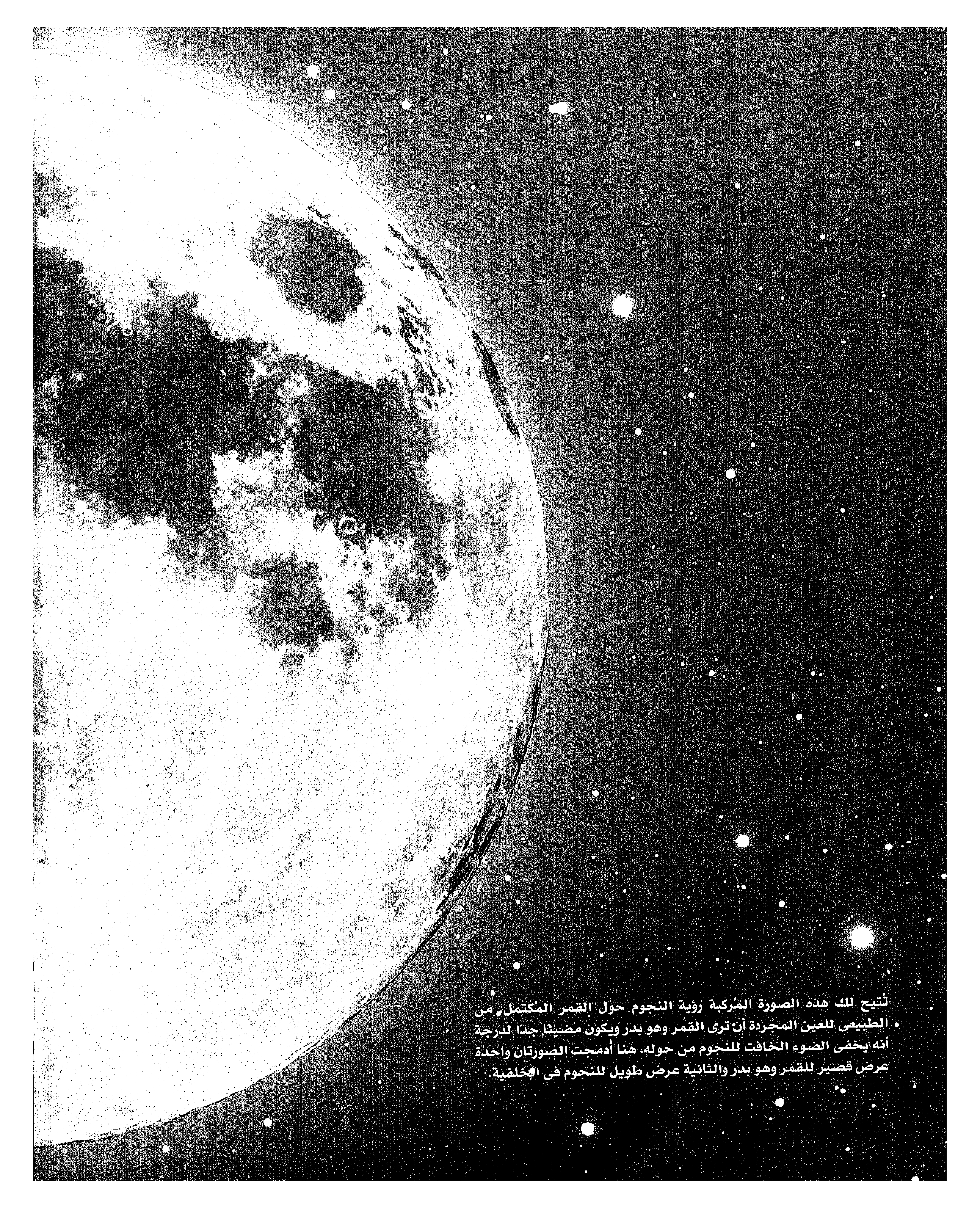
منـــزل فـــوق القمر

الحيـاة علـى حـدود الفضــاء









تُتيح لك هذه الصورة المُركبة رؤية النجوم حول القمر المُكتمل. من الطبيعى للعين المجردة أن ترى القمر وهو بدر ويكون مضيئًا جدًا لدرجة أنه يخفى الضوء الخافت للنجوم من حوله، هنا أدمجت الصورتان واحدة عرض قصير للقمر وهو بدر والثانية عرض طويل للنجوم فى الخلفية.

منزل فوق القمر

الحياة على حدود الفضاء

تأليف: ماريان ج. ديسون

NATIONAL GEOGRAPHIC

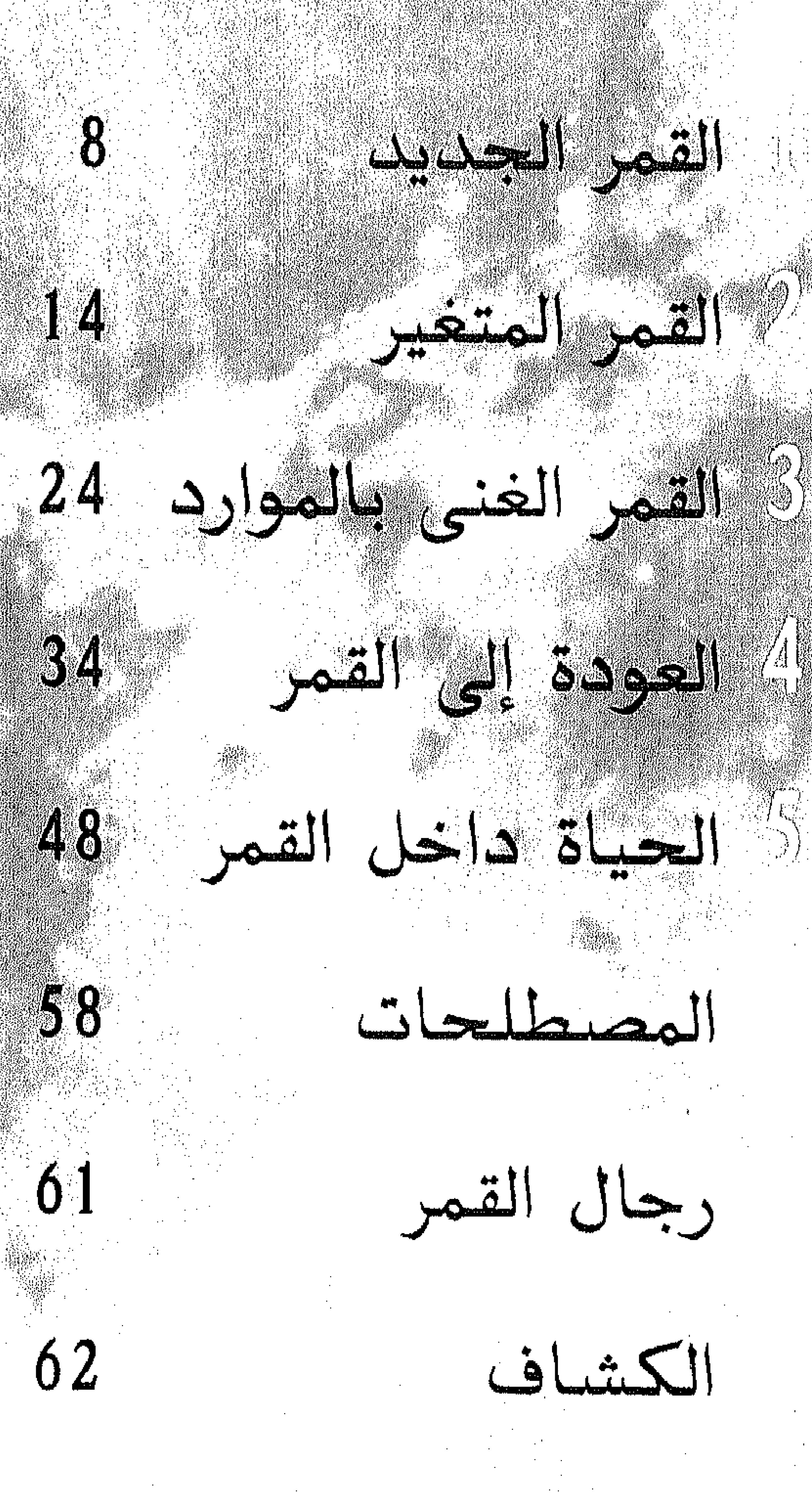


في هذه اللقطة المُعدلة يبدو الجانب القريب من القمر كقطعة جُبن خضراء، القمر في ذاته لا يوجد عليه أى شكل من أشكال الحياة، لا بقرة تُدر لبنًا أو فطرًا لصُنع الجُبن.

في المستقبل سيكون بإمكان التكنولوجيا البشرية توفير مناطق آمنة (تحت الأرض) من أجل النباتات والحيوانات، لكن مع عدم وجود هواء على الإطلاق وفى وجود الكائنات الحية، لن يكون لون سطح القمر أخضر أبدًا.



المحتويات



العنوان: منزل فوق القمر: الحياة على حدود الفضاء

تأليف: ماريان ج. ديسون

ترجمة: سماح عبد الحكيم محمد

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم

Original English title: Home on the Moon, Living on a Space Frontier
Text Copyright © 2003 by Marianne J. Dyson. All rights reserved.
Published by arrangement with National Geographic Society.
1145 17th Street, N.W. Washington, D.C. 20036-4688, U.S.A.

ترجمة كتاب Home on the Moon, Living on a Space Frontier تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع
بترخيص من National Geographic Society

يحظر طبع أو تصوير أو تخزين أى جزء من هذا الكتاب سواء النص أو الصور بأية وسيلة من وسائل تسجيل
البيانات، إلا بإذن كتابى صريح من الناشر.



الترقيم الدولى: 4-3915-14-977 رقم الإيداع: 2007/15268 الطبعة 1 : أغسطس 2007

الإدارة العامة:
21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة
تليفون: 33466434 - 33472864 02
فاكس: 33462576 02

المركز الرئيسى:
80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر
تليفون: 38330287 - 38330289 02
فاكس: 38330296 02

مركز التوزيع:
18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة
تليفون: 25909827 - 25908895 02
فاكس: 25903395 02

فرع الإسكندرية:
408 طريق الحرية - رشدى
تليفون: 5462090 03

فرع المنصورة:
13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام
تليفون: 2221866 050

Website: www.nahdetmisr.com E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com

كلمـــة المـــؤلــفة

صعدت إلى القمر وأنا طفلة صغيرة، ورأيت جباله المهيبة وفوهات براكينه ذات الظلال من خلال عيون رواد فضاء رحلة «أبوللو». ودفعنى شغفى بالمعرفة لقراءة كتب الخيال العلمى والحقائق العلمية. ونشرت ما تعلمته فى أول كتبى «برنامج أبوللو»، ولقد حصل ذلك الكتاب المطبوع يدوياً الممتلئ بقصاصات المجلات على تقدير «ممتاز» من معلمة اللغة الإنجليزية بالصف الثامن.

لم يخفت اهتمامى المبكر بالفضاء، بل ساقنى لكى أحصل على درجة علمية فى الفيزياء، ولكى أصبح واحدةً من أول عشر سيدات تعمل فى القيادة المركزية للمهمات بالوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا). كنت أتتبع ملاحى المركبات الفضائية فى المدار من خلال البيانات التى كانت تصلنى، كنت أستغرق فى التفكير لحل المشكلات وأكتب الخطوات للمساعدة فى حلها.

وبعد أن تركت الوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا) لتربية أبنائى، كان ينبغى علىَّ أن أكتب عن الفضاء.

ككاتبة، عايشت برنامج الفضاء من وجهة أقل فنيةً. رأيت وشعرت بالقوة الهائلة للإطلاق الليلى فى مركز كنيدى للفضاء، لاشك أن الضوء ينتقل أسرع من الصوت! وهل تدرى معنى أن تلتصق الدموع بعينيك فى سقوط حرٍّ؟ لقد حدث لى ذلك عندما كنت أعيش بدون جاذبية فى مركبة فضاء «ناسا كى سى 135». ولن تصدق كم صرت بلهاء عندما حرمت من الأكسجين...

ولكى أكتب هذا الكتاب؛ بحثت فى مخطوطات «أبوللو» للعثور على أدق الحقائق وما يمكن نقله من تفاصيل؛ قمت بدراسة الخرائط والكتب وحولت لغة التخاطب بين الرواد إلى مصطلحات أكثر شهرةً. (كم هى براقة صورة الأرض بالمقارنة بمصباح كهربىٍّ!). حضرت مؤتمرات وقابلت أشهر خبراء علوم القمر، إلا أننى أكون بذلك قد خدشت فقط سطح المعرفة!

لذا فأنا أتمنى أن يجعلك هذا الكتاب تسعى لاستكشاف المزيد عن القمر. فمتعة التعلم عن الفضاء تساوى العمر كله، أنا أعلم ذلك لأننى ذهبت إلى القمر كطفلة.. ولا أستطيع الانتظار لكى أعود إلى هناك.

ماريـــــان ج. ديســـــون



الفصل الأول

القمر الجديد

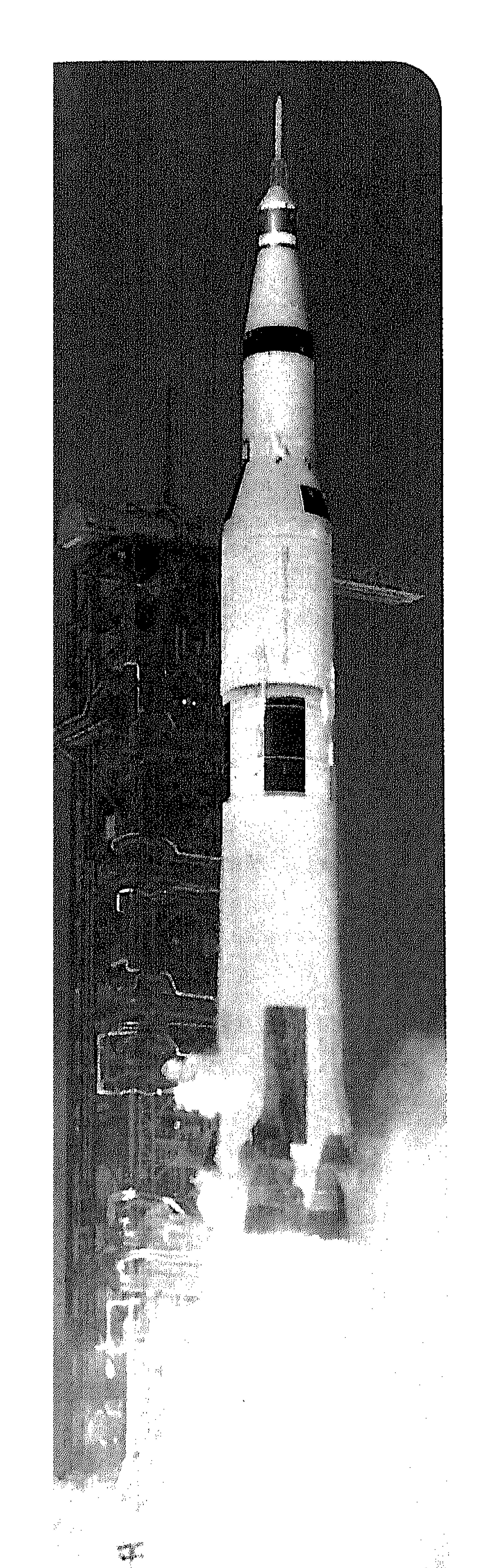
تنحدر ابتسامة الهلال اللامعة البيضاء تحت الأفق، وتخفى وجهها البراق منتظرةً، بينما ثلاثة رجال شجعان يستعدون لرؤيتها من فوق وعن قرب لأول مرة. كان فرانك بورمان وجيم لوفيل وبيل أندرز طاقم «أبوللو 8». وكان ذلك فى صباح يوم 21 ديسمبر 1968. تناول الثلاثة شرائح اللحم والبيض على الإفطار، وكانوا يرتدون سترات الفضاء ويصعدون فوق متن أقوى صاروخ بنىّ حتى ذلك الوقت.

كانت الشمس ساطعةً والسماء صافيةً فى ذلك اليوم الهادئ. وفى تمام الساعة 7:51 صباحًا انطلق صوت صاروخ القمر (ساتورن 5) مدويا بطاقة تفوق طاقة القنبلة الذرية. راحت الأسماك الخائفة تقفز من الماء، والآلاف من البشر يجرون هنا وهناك على شاطئ فلوريدا حابسين أنفاسهم من الرعب، فلم يحدث من قبل أن ركب رجال على متن صاروخ كهذا، ولم يحدث من قبل أن حاول أحد القيام بمثل هذه الرحلة، فماذا سيرون؟ وماذا سيتعلمون؟

كان للصاروخ «ساتورن 5» ثلاث مراحل، وخلال أول دقيقتين ونصف كانت محركات المرحلة الأولى من الصاروخ والتى يبلغ عرضها 12 قدمًا (3,7م) قد أحرقت ما يوازى استهلاك 54 عربة سكة حديد من الأكسجين السائل. اندفعت «أبوللو 8» إلى أعلى ملصقة الطاقم إلى مقاعدهم بقوة تفوق قوة الجاذبية أربع مرات.

انتهت المرحلة الأولى. اندفع الرجال الثلاثة بقوة إلى الأمام تحكمهم أحزمتهم، ثم بدأت المرحلة الثانية، والتصق الرجال بمقاعدهم مرةً أخرى. راحت المركبة ترتج وتهتز حتى انتهت المرحلة الثانية. ثم أطلقتهم المرحلة الثالثة إلى مدار الأرض بسرعة خمسة أميال فى الثانية (28,800كم فى الساعة). واستمروا فى الدوران حول الأرض لمدة ثلاث ساعات تقريبًا.

يتوهج الهلال باللون الأبيض نتيجة أشعة الشمس المباشرة فيكون مستعدًا لاستقبال صباح جديد، أما الأشعة غير المباشرة للشمس المنعكسة من سطح الأرض (تسمى ضوء الأرض المنعكس) فتضىء الجزء المظلل من وجه القمر. أما اللون البرتقالى فهو نتيجة رؤية القمر من خلال الغلاف الجوى للأرض.



اشتعل محرك المرحلة الثالثة مرةً أخرى ببريق يكفى لكى يرى البشر وهجه فى السماء فى جزيرة هاواى. ومن نافذة سفينة الفضاء كان طاقم السفينة يرى الأرض تنكمش وتصبح أشبه بحلية زرقاء فى الفضاء الأسود.

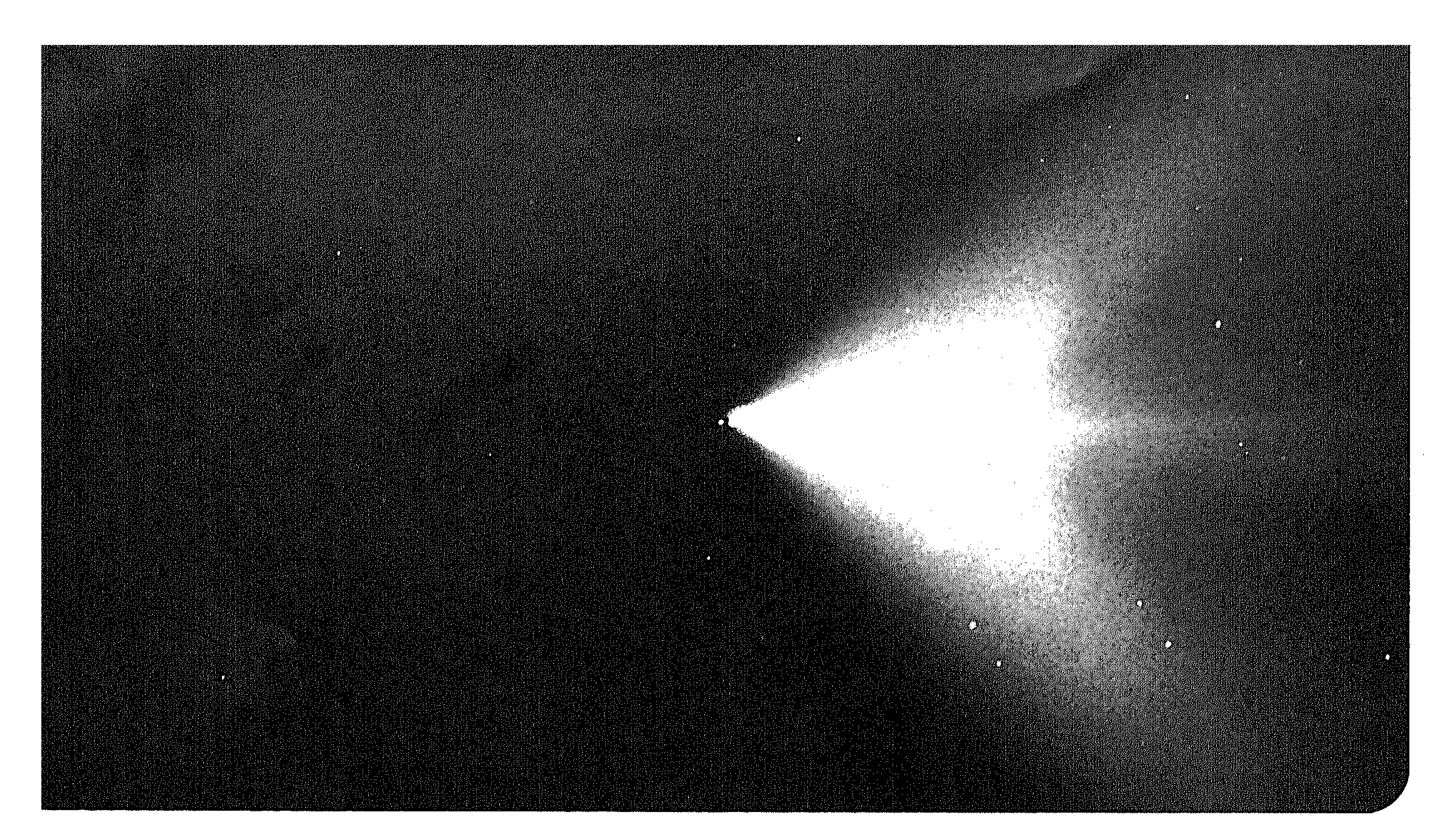
كان «أبوللو8» يدفع الجبل غير المرئى من الجاذبية بين الأرض والقمر. وبعد ثلاثة أيام تقريبًا من الدوران حول القمر كان قد وصل إلى قمة تل الجاذبية وقد أبطأ سرعته من 24,000 ميل فى الساعة (38,616كم فى الساعة) إلى 2,200 ميل فى الساعة (3,539,8كم فى الساعة). والتف حول القمة وانزلق من الناحية الأخرى إلى أسفل مستعيدًا سرعته مرةً أخرى وهو متجه إلى القمر، ولم يشعر طاقم المركبة داخلها بأى تغيير وظلوا فى حالة انعدام الوزن.

يواجه القمر الأرض بوجه واحد فى كل الأوقات وهو ما يطلق عليه الجانب القريب. وعلى الرغم من أنهم قد اقتربوا من القمر لم يكن باستطاعة الرجال رؤيته؛ فقد كانت نافذتهم تواجه الشمس.

ثم مروا من أمام القمر ثم التفوا من الخلف حوله وأوقف القمر الإشارات اللاسلكية من وإلى الأرض لمدة 32 دقيقةً، لم يمر ثلاثة أفراد قبلهم بمثل هذه الوحدة، وفجأةً مروا داخل الظلام الناتج عن ظل القمر، وكانت السماء ممتلئةً بالنجوم باستثناء بقعة واحدة سوداء هائلة ـ وهى القمر!

خرجت المركبة «أبوللو 8» من ظل القمر ورأى الرجال القمر قريبًا منهم لأول مرة، صاح أندرز: «انظر إليه!» وهو يفكر أن الجانب البعيد يشبه شاطئًا عليه الكثير من آثار الأقدام.

فى أول دقيقتين، أحرقت محركات المرحلة الأولى لصاروخ «ساتورن 5» والتى يبلغ اتساعها 12 قدمًا (3,71م) نصف مليون جالون من الكيروسين والأكسجين. وشعر الطاقم داخله بقوة تفوق قوة الجاذبية أربع مرات.



من هاواى بدا احتراق المرحلة الثانية من أبوللو 8 كمذنب استمر لخمس دقائق، وتجاهل البشر المنبهرون برحلات القمر تلك الظاهرة الملاحظة المسجلة.

بينما طاقم الفضاء فوق الجانب البعيد من القمر، يجب أن يشتعل محرك واحد للإبطاء من سرعتهم، فإذا لم يشتعل فسوف يدورون حول القمر ويتجهون مباشرةً مرةً أخرى نحو الأرض، وإذا ما اشتعل لوقت أطول من اللازم فسوف يصطدمون بالقمر.

أما إذا ما سارت الأمور على ما يرام فسوف يطيرون حول القمر لعشر مرات، وستستغرق رحلة عودتهم إلى الأرض يومين ونصفًا ويغطسون فى المحيط الهادئ بعد ستة أيام من مغادرتهم للأرض.

اشتعل المحرك بشكل جيد، ودخلوا فى مدار طوله 60 ميلاً (96,5كم) فوق سطح عالم آخر.

ووصلوا فى دورانهم إلى الجانب القريب وعادت الاتصالات مرةً أخرى، فقال بورمان عبر أجهزة الاتصال: «القمر أساسًا رمادى، ليس له لون، يشبه لون الجص (الجبس)...».

وبعد أربع دورات ارتجت بهم المركبة الفضائية. قال أندرز: «يا إلهى، انظروا إلى هذا المنظر هناك!». كانت الكرة الأرضية الزرقاء تحلق فوق أفق القمر الرمادى.

الذهاب للبقاء

بعد «أبوللو ٨»، راح الكثير من البشر يحلمون بالسفر إلى القمر، فمن ذا الذى لا يريد أن يرى الكرة الأرضية من الفضاء؟ ويا لها من إثارة أن تنزلق من فوق جبل قمرى زلق! أو تكون أول من يكتشف أحد الأحجار الكريمة التى يبلغ عمرها عمر المجموعة الشمسية نفسها. كان يبدو أنه خلال أعوام قليلة سيتمكن البشر من الحياة فوق القمر، ولكن أحدًا لم يذهب إلى هناك منذ عام 1972. فلماذا؟

إن إنشاء قاعدة خارجية للإقامة أصعب بكثير من مجرد زيارة القمر لبضعة أيام. فالإنسان يحتاج للبقاء فوق القمر إلى الهواء النقى والطعام والطاقة، يحتاج إلى مكان آمن ليحيا فيه، وإحضار كل شىء من الأرض أمر صعب ومكلف؛ لذا كان ينبغى أن تنتظر المدن القمرية تقنيةً جديدةً لتقليل التكلفة والمخاطرة.

مضت ثلاثون عاماً منذ انتهاء «برنامج أبوللو»، ولم تعد تكلفة البقاء فوق القمر فوق الاستطاعة. فقد تمكن المهندسون من ابتكار وسائل لمنع الإشعاع باستخدام تربة القمر بدلاً من مواد من الأرض، ولإعادة تدوير المخلفات لتقليل الاحتياج إلى إمدادات! ولاستخدام أشعة الشمس كمصدر للطاقة.

لم تعد أبحاث الفضاء لها نفس الخطورة كما كانت من قبل، فأكثر من 100 رحلة من رحلات مكوكات الفضاء، وأعوام من تشغيل محطات الفضاء جعلت أمر الذهاب إلى هناك أمرًا عاديًّا لدرجة أن السائحين الأثرياء ينفقون الأموال للذهاب إلى الفضاء.

كان لمهام رسم خرائط القمر ثمار طيبة. فالقمر يحتوى على جميع الموارد الطبيعية التى يحتاجها الإنسان، بما فى ذلك الهيدروجين (لصناعة المياه). وسوف تساعد العينات من المناطق المختلفة (أحضرت رحلات أبوللو صخوراً من ست مناطق فقط) المستكشفين فى المستقبل على فهم أفضل لطبيعة القمر، وأين يمكن البحث فيه عن المعادن النادرة.

لقد اختبر العلماء بالفعل طرقًا لمعالجة المواد القمرية لتكوين الهواء والماء والمعادن، وتم تهجين النباتات لتعيش فى التربة القمرية، والبشر على استعداد للوصول إلى القمر مرةً أخرى. وقد قال جون يونج قائد المركبتين الفضائيتين «أبوللو١٠» و««أبوللو١٦» مؤخراً: «أتمنى بحقٍّ أن يكون لدى الجنس البشرى الحس الكافى لكى يخرج لاستكشاف الفضاء ويتعلم أن يحيا ويعمل فى هذه الأماكن المختلفة، فسيترتب على ذلك مكسب مهمٌّ على المدى البعيد، وهو حفظ النوع البشرى».



كان طاقم المركبة الفضائية «أبوللو8» هم أول بشر يرون الكرة الأرضية من على بعد ربع مليون ميل (402250كم). وقد قطعوا تلك المسافة الهائلة - التى تساوى ما يوازى 43 رحلة ذهاب وإياب بين مدينة نيويورك ولوس أنجلوس - فى 66 ساعةً. ساعدت هذه الصورة الملتقطة للأرض من ظلام الفضاء الدامس على فهم النشاط البيئى.

لقد انخفضت مخاطر وتكاليف الارتحال إلى القمر على نحو ربما يسمح ببناء قواعد للإقامة فوقه فى المستقبل القريب. وقد بين ديف سكوت قائد المركبة «أبوللو15» لماذا سيذهب البشر؟ عندما قال: «حينما أقف هنا فى الخارج فى عجائب المجهول . . . ، أتبين إلى حدٍّ بعيد أن هناك حقيقةً جوهريةً وراء طبيعتنا البشرية، يجب أن يستكشفها الإنسان، وهذا هو الاستكشاف فى قمة معانيه».

إن ما وصل إليه العلم عن القمر يمهد لوجود جيل جديد من المستكشفين، ربما تكون أنت واحدًا منهم.



الفصل الثانى

القمر المتغير

ما الموارد الطبيعية الموجودة فوق سطح القمر؟ وأين توجد؟ إن فهم أصل نشأة القمر سيساعد الرواد فى الإجابة عن هذين السؤالين.

تقول إحدى النظريات: إن الكواكب قد تكونت منذ أكثر من 4,6 بليون سنة. فقد أطلقت الحرارة المنبعثة من الشمس حديثة التكون غازات إلى مسافات بعيدة كالدخان المتصاعد من النار. بردت الغازات البعيدة فى الكواكب الخارجية، وأما العناصر الأثقل وزنًا كالحديد فقد بردت لتكوِّن الكواكب الصخرية الداخلية بما فيها كوكب الأرض. وقد أعطى هذا التراكم للسديم (كتل الغازات والغبار الموجود بين النجوم) لكل كوكب تركيبًا مختلفًا. يقول عالم القمر آلان بيندر: «كلما كنت أقرب إلى الشمس كثر معدن الحديد، وكلما ازداد البعد عن الشمس، كما فى كوكب المريخ، ازدادت برودة السديم وقل وجود الحديد الحر». لذا فإن النيزك المتواجد فى حزام الكويكبات يحتوى على خليط معدنىٍّ مختلف عن ذلك الموجود على كوكب المريخ. وتحتوى صخور القمر على نفس معادن صخور الأرض؛ لذا فإن العلماء يعتقدون أن القمر والأرض قد تكونا على بعد مسافة متساوية من الشمس.

وبالرغم من ذلك فإن مركز القمر الصغير يبين أن القمر لم يتكون مثل الأرض. يقول بيندر: «إن باطن عطارد يمثل نحو 60 بالمائة من كتلة الكوكب، والأرض 30 بالمائة، وأما إذا ذهبت إلى المريخ فإن المركز يمثل 10 بالمائة. فلماذا تحتوى الأرض على 30 بالمائة من الحديد المركزى ويحتوى القمر على 1 بالمائة فقط؟ إن الوشاح (الطبقة بين المركز والقشرة) متماثل إلى حدٍّ كبير مع وجود اختلافات طفيفة، ومع ذلك يوجد اختلاف هائل فى كمية الحديد المتحرر فى القمر». «والكلمة المفتاحية هنا هى هائل».

يعتقد العلماء أن جسمًا كتلته ثلث كتلة الأرض قد اصطدم بكوكب الأرض فى بداية نشأته منذ أكثر من 4,6 بليون سنة. فنشأ القمر نتيجة ذلك الاصطدام الرهيب.

يوضح بيندر قائلاً: «إن أكثر النظريات انتشارًا لتكون القمر أن اصطداماً هائلاً قد دفع مواد وشاح الأرض بعنف».

توضح النظريات أن جسمًا تبلغ كتلته ثلث كتلة الأرض قد ارتطم بالقشرة الأرضية المبكرة، وأن هذا الجسم المرتطم قد ابتلع داخل الأرض وغاصت كتلته إلى مركز الأرض. أدى الارتطام بمركز الأرض إلى طرد كتل منصهرة من باطن الأرض إلى الفضاء، وشكلت هذه المادة حلقةً سقط نصفها إلى سطح الأرض فى خلال مائة عام. وأما بقيتها وتمثل 1 بالمائة من كتلة الأرض فتجمعت فى صورة كرة وهى التى أصبحت القمر.

تفسر نظرية الارتطام الهائل هذه سبب نقص بطانة القمر، كما تفسر أيضًا سبب عدم احتواء صخور القمر على الماء. يقول بيندر: «لقد وضع الارتطام الهائل كميةً ضخمةً من الحرارة فى المادة». لقد وصلت المياه إلى الغليان وتبخرت قبل تكون القمر؛ لذا لن يعثر رواد القمر على مياه عند حفرهم الآبار.

القمر المتحرك

لقد أدى الارتطام الهائل إلى دوران الأرض وطرد القمر منها إلى الخارج، وعبر الزمن أبطأ كلٌّ من الكوكبين من سرعة الآخر. كالأصبع فى القمة، أدت جاذبية القمر إلى الإبطاء من دوران الأرض، فبعد الارتطام كان طول اليوم على سطح الأرض خمس ساعات تقريبًا. وتشير الحفريات إلى أن طول اليوم قد امتد إلى 21,5 ساعة منذ حوالى 440 مليون سنة، وكل مليون سنة تضيف 1,5 ثانية.

وفى النهاية سيتواجه الكوكبان مثل شريكين فى الرقص، سيصل اليوم على الأرض ودوران القمر (وهو يمثل الآن 27,3 من أيام الأرض) إلى 47 يومًا. وسيصبح ذلك مثل رقص بطىء فى الظلام، عندها ستصبح شمسنا الصفراء قزمًا أبيض ضعيفًا.

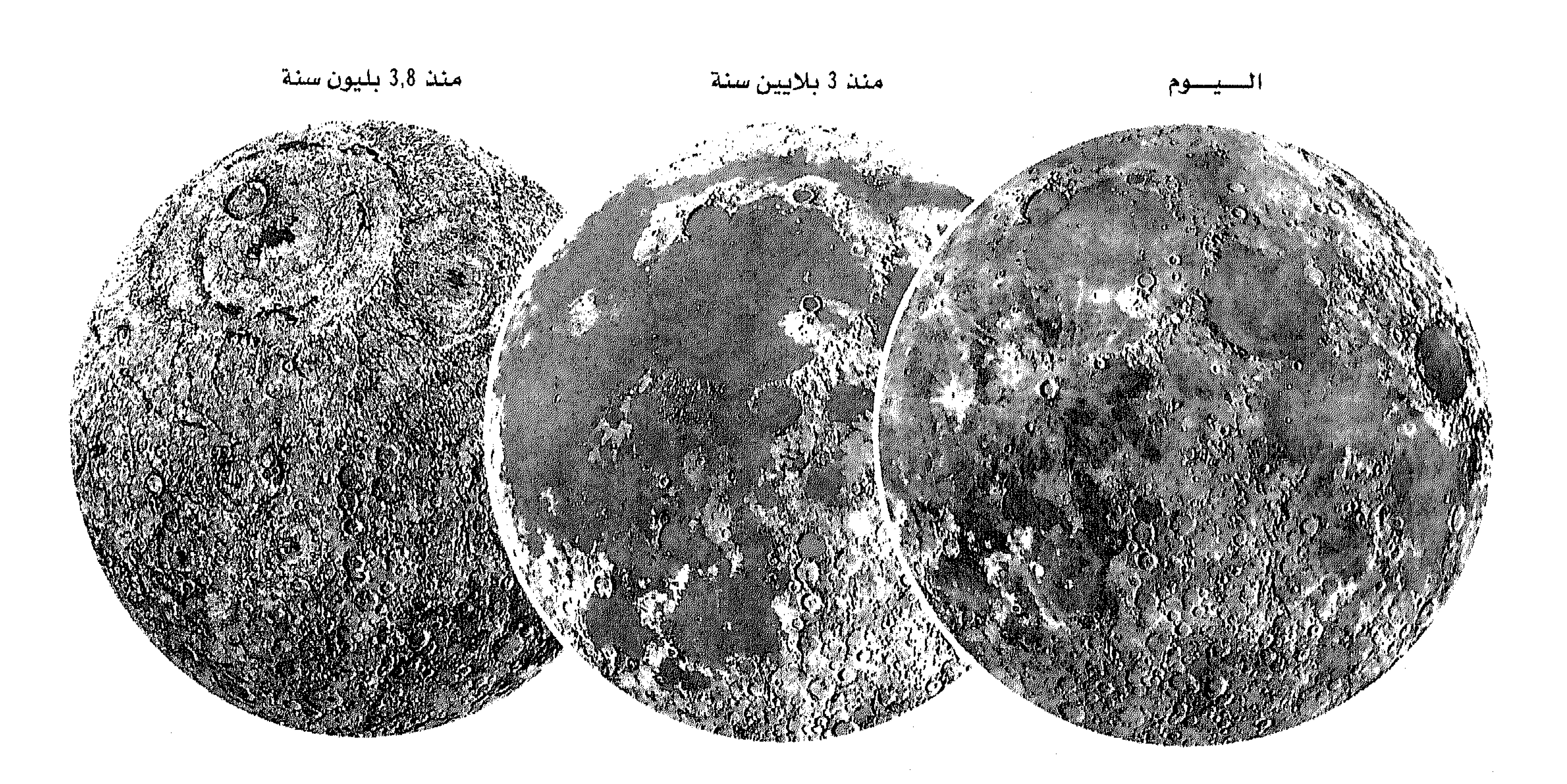
هذه السلسلة من الرسومات تبين كيف تغير سطح القمر منذ نشأته، الرسم الأول يبين كيف كان يبدو القمر بعد ارتطام إمبريوم مباشرةً منذ 3,8 بليون سنة تقريبًا، وأما العين الثانية على سطح القمر «سرينيتاتس» فقد تكونت قبل ذلك بحوالى 30 مليون سنة. وأما الرسم التالى فيبين القمر بعد ذلك بحوالى 800 مليون سنة، أى منذ 3 بلايين سنة تقريبًا، وفى هذا الوقت كانت هنا حمم مظلمة تملأ فجوة إمبريوم وسرينيتاتيس والفوهات العميقة الأخرى، وأما الرسم الثالث فيبين القمر اليوم. وقد أدى ارتطام حدث منذ حوالى بليون سنة إلى تكون فجوة كوبرنيكوس أسفل فجوة إمبريوم مباشرةً، وانطلقت الصدمة خلال طبقة الحمم المظلمة إلى الصخور البيضاء أسفلها، التى انتشرت فى شكل أشعة عبر السطح.

تكوَّن القمر على بعد 14,000 ميل (22,526كم) من الأرض، وهو موقع قريب بما يكفى لدرجة أن جاذبيته كانت تجذب موجات الحمم الملتهبة لآلاف الأقدام إلى سماء الأرض. وهو الآن على بعد 240,000 ميل (386,160كم) ويبعد بمقدار 1,5 بوصة (3,8سم) كل عام. وعندما ستوقف جاذبية الأرض تراجع القمر، سيكون القمر قد أصبح بعيدًا لدرجة أن الكسوف سيكون وقتها من أساطير الماضى.

تكون تربة القمر

عندما بدأ القمر كانت حرارته مرتفعة للغاية لدرجة أن سطحه كان عبارةً عن محيط من الحمم المنصهرة، وتسببت الجاذبية فى غوص المعادن الثقيلة نحو المركز، وطفا أحد الأحجار خفيفة الوزن المسماة أنورثوسيت إلى السطح، ثم بردت وتجمدت لتكوِّن قشرةً خفيفة اللون فى غضون مائة مليون سنة. وقد تمكن رواد الفضاء من العثور على قطعة من هذه القشرة الأصلية. وقد لقبت باسم «صخرة النشوء»؛ لأن عمرها كان 4,5 بليون سنة.

لم يبق السطح الخارجى للقمر أملس، فقد امتلأت المجموعة الشمسية المبكرة بالحطام والأنقاض، وتم قرع القمر قرعًا شديدًا، وأدت قوة أشد الارتطامات لإقامة حلقات من



الجبال، وصلت بعض الجبال إلى أعلى من جبل إفرست. تسببت الفوهات العميقة فى تكوُّن بقع ضحلة على السطح أدت التصدعات إلى السماح لبعض المعادن والعناصر النادرة أن تنفجر إلى السطح حيث يمكن لرواد المستقبل الوصول إليها بسهولة.

أدتْ الارتطامات إلى تكوُّن الفوهات والجبال والكثير من ذرات الغبار المتساقطة أيضًا، وكانت الصخور المنصهرة والمتناثرة تندفع بقوة خارج الفجوات كالقذائف وتتناثر على سطح القمر كلِّه، أدت الكتل المتساقطة بسرعة إلى حفر جحور عميقة فى السطح مكونةً طبقة من الصخور المتكسرة والغبار تسمى ريجوليث. وتتمتع الجبال القمرية بمظهر أملس ومستدير؛ لأنها مدفونةٌ تحت أطنان من الريجوليث، ولا يوجد أمطارٌ لتغسلها أو تنظفها. وقد أدت الارتطامات الأصغر عبر بلايين السنين إلى خروج الغبار الناعم من الريجوليث الموجود فى قمة هذه الجبال.

لقد شكلتْ الارتطامات سطح القمر ونحتتْه؛ ولذلك فلن يحتاج المنقبون إلى سحق الصخور الضخمة لاستخراج المعادن، لقد حولت الارتطامات القمر إلى مكان جميل ومناسب ليعيش فيه البشر.

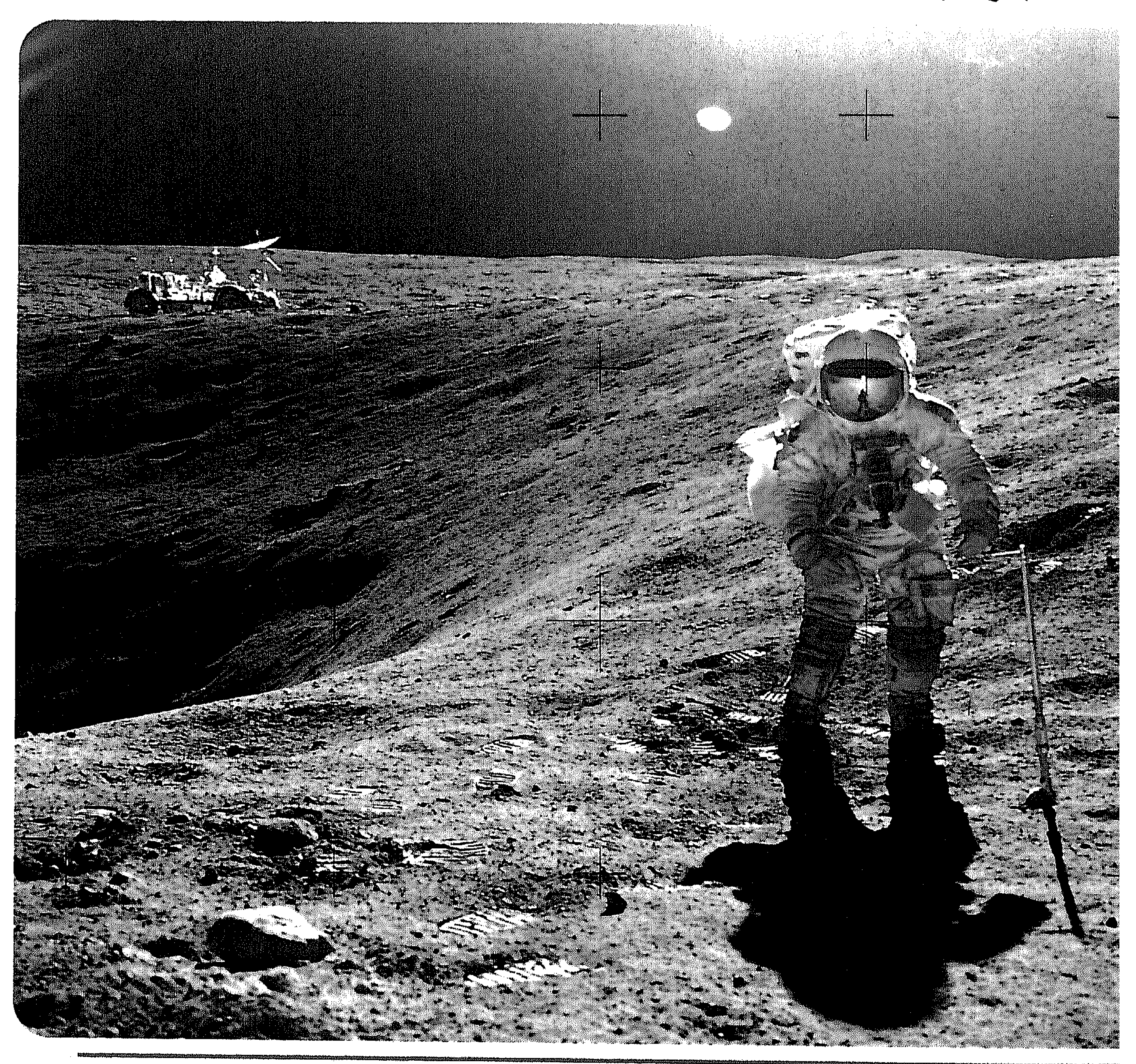
ارتطام إمبريوم

كونت أكبر الارتطامات التى ضربت الجانب القريب من القمر بحر إمبريوم أو بحر الأمطار. يقول عالم جيولوجيا الكواكب لارى هاسكين: «العنصر الذى كون ذلك الحوض كان قطره حوالى 100كم (62 ميلاً)». وقد ضرب ذلك العنصر القمر وصنع حفرةً يصل اتساعها إلى 1123كم (698ميلاً) وهو ما يساوى حجم ولاية تكساس الأمريكية تقريبًا.

وللعجب فقد قدر هاسكين المدة التى استغرقها تكوين الحوض بنحو 5 إلى 10 دقائق فقط. يقول هاسكين: «إن أفضل ما يمكن به تمثيل ما حدث هو انفجارُ قنبلة هيدروجينية، إلا أن القنبلة الهيدروجينية تعتبر صغيرةً جدًّا إذا ما قورنت بهذه الانفجارات».

لقد كان الارتطام عنيفًا جدًّا، لقد تطايرتْ أطنانٌ من الحجارة لآلاف الأميال وهبطت مغطيةً سطح القمر كله. يقول هاسكين: «لقد قذفت كمياتٌ هائلةٌ من الموادِّ من حوض الإمبريوم، لدرجة أنك إذا ما استخدمت سكين زبد عملاقًا ووزعت المادة بالتساوى على سطح القمر كما يفعل الجليد المتساقط، فسوف تغطِّى مساحةً بعمق 300م (984قدمًا)».

لقد هبطتْ «أبوللو 16» على بعد حوالى 1000ميل (1609كم) من إمبريوم إلا أن هاسكين يقدر أن ذرات الغبار المتساقطة من الإمبريوم تمتدُّ لعمق نصف ميل (0,8كم) أسفل الموقع الذى هبطوا عليه.



توقع تشارلى ديوك رائد المركبة «أبوللو16» العثور على صخور بركانية على الجرف المنحدر لفوهات الحافة الشمالية فى أراضى ديسكريت الجبلية، ولكنه بدلاً من ذلك عثر على صخور مبعثرة بفعل الارتطامات. يعتقد العلماء الآن أن ارتطام إمبريوم الهائل قد ألقى طبقةً من الريجوليث يصل سمكها إلى 1000 قدم (304,8م) أو أكثر حتى فى أراضى ديسكريت الجبلية على بعد أكثر من ألف ميل. يصل اتساع فجوة الحافة الشمالية إلى 3100 قدم (944,9م) ويصل عمقها إلى 650 قدمًا (198,1م)، وربما لا تصل إلى قاع طبقة الإمبريوم.

أكسجين 45٪
سيليكون 21٪
ألومنيوم 12٪
كالسيوم 9٪
حديد 7٪
ماغنيسيوم 6٪

الحمم القمرية

سوف تساعد ألوان الصخور الرواد فى العثور على المعادن المفيدة على القمر، فالقشرة القمرية الأصلية كانت بيضاء تقريبا ـ فى لون الأنورثوسيت، وقد سحقت الارتطامات هذه القشرة وبعثرتها، ولكن القشرة لم تزل على لونها الأبيض. أما «عيون القمر السوداء» فتنتمى لنوع مختلف من الصخور.

وعندما برد القمر، تصدعت القشرة مثل الكعكة الطازجة عند خروجها من الفرن، وعمل الضغط على طرد الحمم الملتهبة من هذه المناطق الضعيفة لتفيض على السطح منذ مدة تتراوح بين 4,2 و1,2 بليون سنة. وكانت الحمم تتكون من أحجار البازلت البركانية وهو حجر أكثر كثافةً من الأنورثوسيت، ويحتوى البازلت على حديد وماغنيسيوم ويكاد يكون أسود اللون، فاضت الحمم فوق الأنورثوسيت وغاصت فى الفجوات العميقة لتصنع بركًا من الحمم، ثم بردت تلك البرك وأصبحت «ماريا» وهى المعنى اللاتينى لكلمة بحار. وكانت هذه البحار مظلمةً بسبب البازلت.

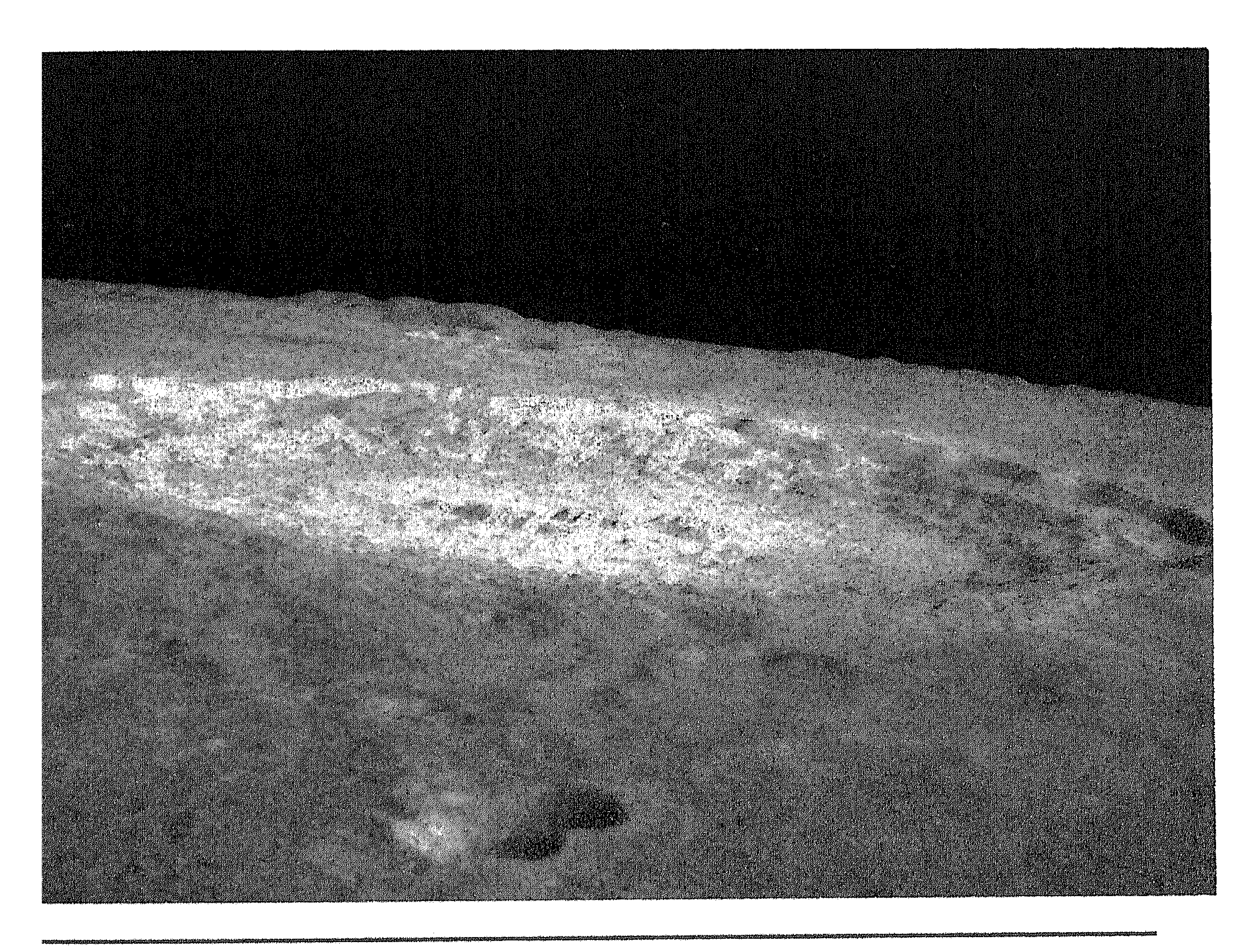
يقول العالم الجيولوجى أيلين ينجست: «نعتقد أن الانفجارات البركانية القمرية كانت تشبه ما نسميه فيضان البازلت». تحتوى فيضانات البازلت على «أحجام هائلة وكتل هائلة تخرج فى نفس اللحظة ولكنها سائلة للغاية وتنساب بسرعة فائقة على مساحات شاسعة». وكانت الحمم تتسم بكثافة لزوجة زيت المحركات. يقول ينجست: «وهذا يعنى أنه ليس لدينا تلك البراكين الجميلة التى تتصاعد، فليس هناك وقت لذلك، وإنما تخرج الحمم وتفيض بعيدًا». أما الماريا أو البحار فتكون مستديرةً؛ لأن الأحواض التى كونتها الارتطامات كانت مستديرةً، وليس لأنها قمم براكين عملاقة.

والحمم لا تفور وتنبثق من تصدعات القشرة، وبعضها يتدفق فيما يطلق عليه علماء الجيولوجيا ينابيع النار، يقول عالم جيولوجيا القمر ورائد الفضاء هاريسون شميث: «ربما تبدو ينابيع النار على القمر مثل الفطر المضىء اعتمادًا على اطراد الانفجار».

تقوم ينابيع النار ـ كتلك الموضحة بالصورة فى جزر هاواى ـ بإلقاء المقذوفات البركانية من الداخل إلى سطح القمر على شكل نافورات دقيقة من الحمم منذ أكثر من ثلاثة بلايين سنة. ولكن لم يعد هناك نشاط بركانىٌّ على القمر الآن. يوضح الشكل إلى اليمين صخورًا تتكون من الأكسجين والسليكون والحديد والكالسيوم والألومنيوم والماغنيسيوم. وتحتوى أيضًا على أقل من واحد بالمائة من العناصر النادرة كالتيتانيوم والبوتاسيوم والفوسفور.

لقد أخذت شكل القبة حيث تتناثر الجسيمات وتعود مرةً أخرى إلى الأرض ـ فيما يشبه نافورة الماء إلى حدٍّ ما.

اكتشف د. شميث بقايا ينابيع النار خلال رحلة «أبوللو17». وقال عندما كان فوق القمر: «توجد تربة برتقالية! إنها منتشرة فى كل مكان ولونها برتقالىّ!». الفقاعات الملونة الناتجة عن ثوران ينابيع النار مغطاة بغازات بركانية نادرة، وهى عناصر تحتاجها النباتات والحيوانات. لذا فإذا ذهبت إلى القمر فلاحظ وجود التربة البرتقالية!



الارتطام الذى كون فوهة كوبرنيكوس (والموضح هنا فى صورة ملتقطة فى رحلة أبوللو 12) قد ضرب الطبقة المظلمة من الحمم التى ملأت فجوة محيط بروسيلاروم يعتبر كوبرنيكوس واحدًا من أصغر الفوهات على القمر، يصل عمره إلى حوالى بليون سنة. يعتقد العلماء أن القمة المركزية قد ارتفعت من 9 إلى 12 ميلاً (من 14,5 إلى 19,3كم) تحت السطح وربما جزء من القشرة القمرية الأصلية.

نشــــاط

تجربة لون الفوهة البركانية

المستلزمات: سلطانية صغيرة، مقدار 3 ملاعق كبيرة من الدقيق «أنورثوسيت»، فلفل «بازلت»، وبلية «الحجر النيزكي».

الإرشـــادات:

1. ضع الدقيق فى السلطانية وانثر الفلفل عليه حتى يسود لون السطح، أسقط البلية من مسافة قدم واحدة (30سم) داخل الطبق. ارفع البلية، لاحظ الحلقة البيضاء حول الفوهة. الفجوات البركانية الجديدة فقط فوق القمر تكون بيضاء.
2. جرب إسقاط البلية من مسافة قدمين، ستضرب الطبق أسرع. فهل أحدثت فجوةً أكبر؟





الفصل الثالث

القمر الغنى بالموارد

طبقًا لأسعار الإطلاق الحالية، فسوف يتكلف إرسال مقلاة طهى إلى القمر 45,000 دولار؛ لذا فمن الضرورى أن يتعلم رواد القمر سريعًا كيف يعيشون بعيدًا عن الأرض!

من حسن الحظ أن القمر ـ باستثناء الماء ـ يحتوى على نفس المواد الخام الموجودة على الأرض، ويشرح ذلك عالم القمر آلان بيندر: «إذا ما التقطت حجرًا، فإن 99 بالمائة من مكوناته هى ما يسمى بالسبعة الكبار: الأكسجين والسيليكون والحديد والتيتانيوم والألومنيوم والكالسيوم والماغنيسيوم. وإذا ما ذهبت إلى جبال روكى وأحضرت حجر جرانيت، أو إلى هاواى وأحضرت حجر بازلت، أتدرى ماذا ستجد؟ ستجد أنها نفس العناصر، لقد حصلت على المواد الأساسية لبناء مجتمع فوق القمر».

الكهرباء تحول هذه المواد الخام إلى منتجات مفيدة، ولكن من أين نحصل على الكهرباء؟ من أشعة الشمس! إن يومًا على القمر يبلغ طوله شهرًا. فالنهار يسمى أيام النهار ويستغرق أسبوعين (والليل أو أيام الليل تستغرق أسبوعين أيضًا). خلال أيام النهار يمكن للخلايا الشمسية تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء، ولن يحول بين وصولها أية سحب.

يمكن تجميع ضوء الشمس فى نصف القمر المضىء وإرساله إلى النصف المظلم لإنتاج طاقة مستمرة. وستكون الجبال بالقرب من القطب الجنوبى نموذجيةً فى هذا الشأن، فارتفاعها وموضعها يجعلها تستقبل أشعة الشمس لمدة 70 بالمائة من الوقت.

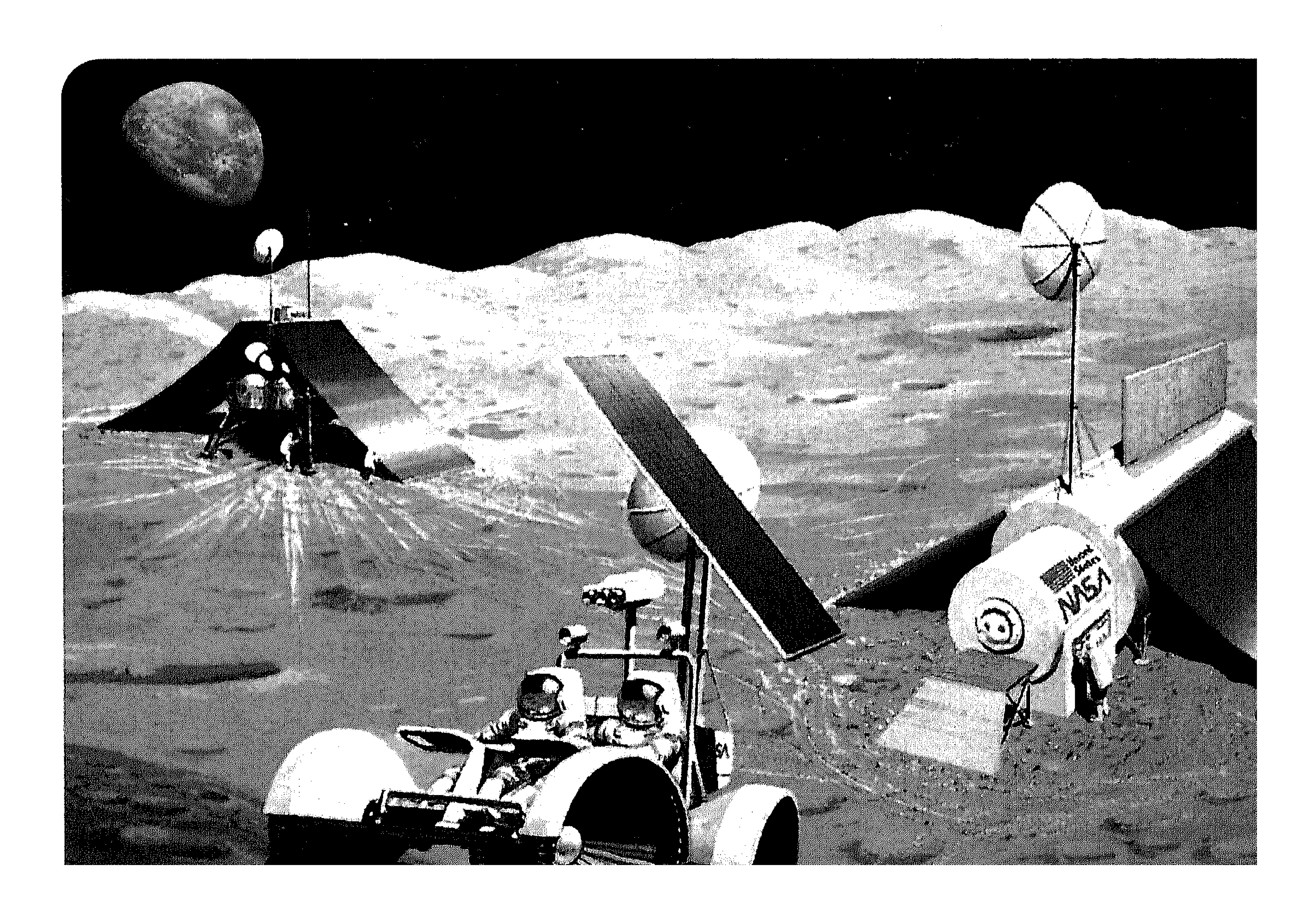
إلى أن يتم إنشاء مصانع الطاقة المتعددة، فإن البطاريات القابلة لإعادة الشحن والمسماة بخلايا الوقود يمكنها الإمداد بالطاقة خلال أيام الليل. تنتج خلية الوقود الكهرباء عن طريق دمج غازى الهيدروجين والأكسجين فى الماء. ولإعادة شحن البطارية فإن الماء ينقسم مرةً أخرى إلى هيدروجين وأكسجين فى عملية

تنتج المصفوفات الشمسية الطاقة فقط خلال أيام النهار. ويمكن لعمال القمر خلال أيام الليل الموضحة هنا فى الصورة فحص الأضرار التى لحقت بالمصفوفات من جراء ارتطامات الأحجار النيزكية والأشعة الكونية. ومن الأفضل طى الخلايا أو تغليفها لتجنب التعرض للفضاء فى حالة عدم الاستخدام.

تسمى التحليل الكهربى. تحتاج عملية التحليل الكهربى إلى نحو ثلث الطاقة الشمسية التى تم توليدها أثناء أيام النهار.

يصل حجم خلية وقود المكوك الفضائى إلى حجم خزانة أدراج مزدوجة. يحتاج إنشاء قاعدة خارجية قمرية أو منزل متنقل لخمسة أشخاص (يستخدم حوالى 1,5 كيلووات) إلى ثلاثة من هذه الوحدات لتوليد الطاقة لمدة أسبوعين. وللأسف فإن الخلايا الثلاث تحتاج إلى أربع مستودعات هيدروجين يبلغ قطر كلٍّ منها أربعةَ أقدام (1,2م)، وأربع مستودعات أكسجين بنفس الحجم تقريباً. يمكن للماء الناتج أن يملأ خمسة أحواض استحمام منزلية.

تبين الدراسات أن شحن هذه البطاريات وإمداد القاعدة الخارجية بالطاقة يتطلب أكثر من ثلاثة أفدنة (نحو 120000م2) من وحدات الطاقة الشمسية. فى آخر الأمر يمكن لمستوطنى القمر صناعة وحدات الطاقة الشمسية من السيليكون والمستودعات من الألومنيوم الموجود فى الأنورثوسيت، ولكن التكلفة الأولية لإحضار كل هذه المستلزمات من الأرض ستكون باهظةً للغاية. يمكن للمفاعل النووى توليد نفس الكم من الطاقة بالليل وبالنهار بمستلزمات أقل 28 مرة. فيمكن لأنظمة الطاقة الشمسية توليد طاقة كهربية، ولكن الطاقة النووية قد تكون أرخص.



الخيار النووى

تعتمد مفاعلات الانشطار النووى على سلسلة من الانفجارات لتوليد الكهرباء. وهذه الانفجارات النووية تكون إشعاعات أيضًا. يعتبر اليورانيوم والبلوتونيوم الوقود الأمثل لمفاعلات الانشطار، وحتى بعد احتراق الوقود يظل إشعاعى النشاط. هذه النفايات النووية عادةً ما تمثل مشكلةً على الأرض ولكنها لا تكون كذلك على القمر.

يعتبر القمر مكانًا مثاليًا لتخزين النفايات النووية؛ حيث لا يوجد هواء ولا ماء ليتلوث، والزلازل القمرية تكون أضعف من أن تهز المستودعات، كما أن الريجوليث القمرى يحجب الإشعاع. تشير الدراسات إلى أن رواد الفضاء سيكونون فى مأمن إذا ما تم وضع المفاعل النووى فى هوة فى حجم سيارة على بعد ثلثى ميل (١,٠٦كم).

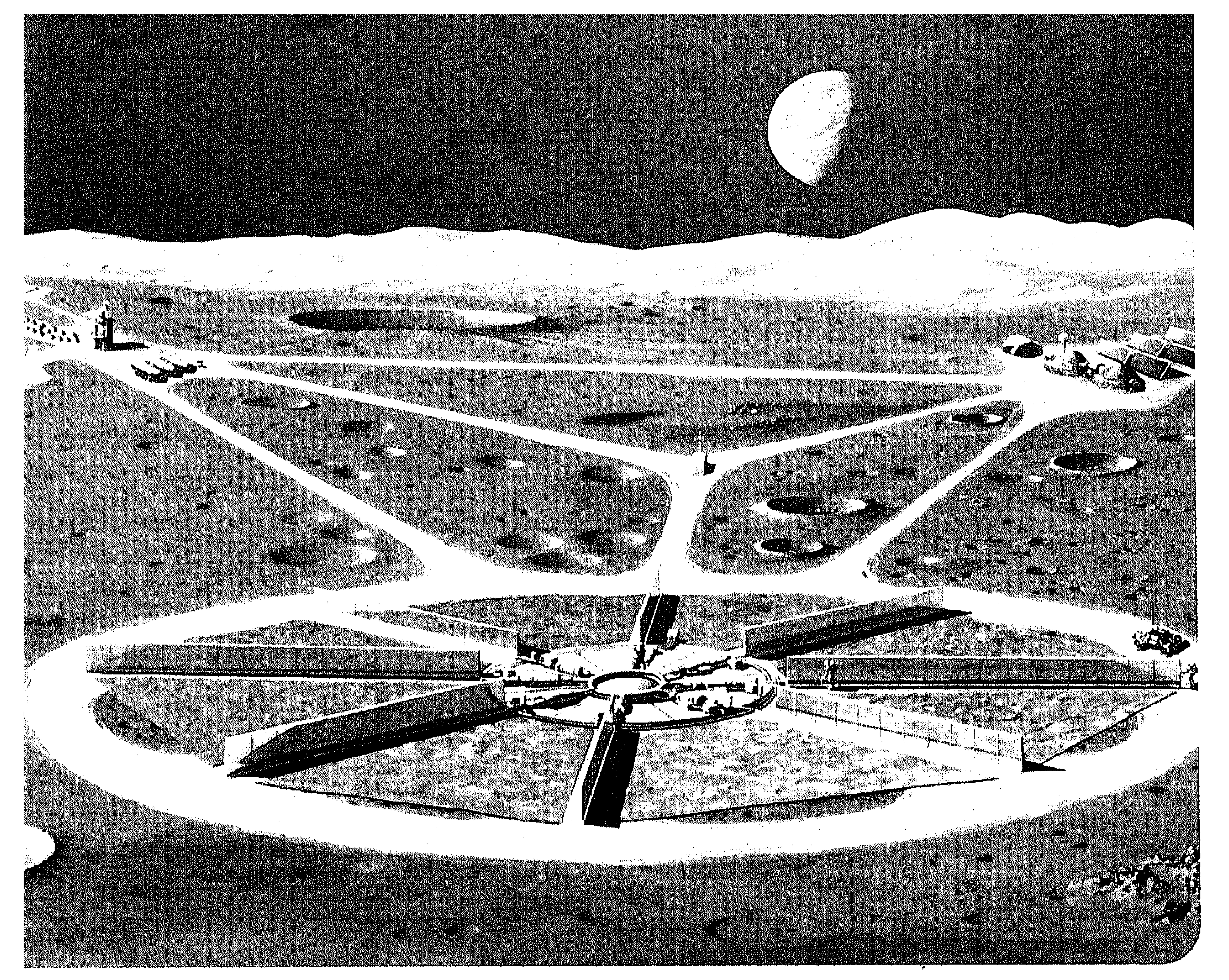
لا ينفجر وقود اليورانيوم إذا ما تم حفظه بكميات صغيرة، وبالرغم من ذلك يجب حفظ اليورانيوم فى مستودعات سميكة للحفاظ على سلامة البشر، وهذا يجعل إحضاره من الأرض عالى التكلفة. ولحسن الحظ يحتوى القمر على يورانيوم أكثر من الأرض!

يؤكد العالم الجيولوجى ج. جيفرى تايلور من جامعة هاواى أن «محيط بروسيلاروم» والجبال المحيطة بالإمبريوم تحتوى على أكثر اليورانيوم، حيث يقول: «لو أن مستوطنى القمر يحتاجون إلى اليورانيوم للمفاعلات النووية فهذا هو المكان الذى ينبغى البحث فيه عنها، ومن الصعب التنقيب عن اليورانيوم لأنه عادةً ما يكون مختلطًا بالريجوليث بدلاً من أن يكون مركزًا كما هو الحال على الأرض، ولكن اليورانيوم موجود هناك إذا ما احتاجه الرواد».

اندماج المستقبل

ربما يصبح الاندماج النووى فى المستقبل وسيلةً لتوفير الطاقة لكلٍّ من القمر والأرض. ويأمل العلماء إتمام هذه التقنية خلال 50 عامًا. ينتج الاندماج إشعاعًا أقل من الانشطار ولا يخلف نفايات نوويةً.

تنتج مصفوفات الطاقة الشمسية أقصى طاقة عندما تكون مواجهةً للشمس. إلا أن تحريك الوحدات لمتابعة الشمس يحتاج إلى طاقة أيضًا. لذا فمن الممكن عمل وحدات على شكل خيمة فيواجه أحد جوانبها الشرق ويواجه الآخر الغرب بحيث تولد الطاقة بغض النظر عن موضع الشمس فى السماء. يمكن للعربات القمرية الجوالة استخدام هذه الوحدات لزيادة عمر بطاريات الوقود.



رسم يبين مفاعلاً نوويا مدفونًا لحماية البشر من الإشعاع. ولا يرى منه فوق سطح الأرض سوى ألواح الإشعاع التى تتخلص من الحرارة. ومع انعدام وجود الهواء والماء والغبار أو حتى الحيوانات لإفساد ترتيب الأشياء، فإن القمر يعتبر مكانًا آمنًا لتخزين النفايات النووية. تحمل الكابلات الطاقة الكهربية إلى المستوطنات. ويمكن لمفاعل فى حجم سيارة أن يولد كهرباء لمدة سبعة أعوام.

يعتبر الهيليوم 3 أفضل وقود للاندماج. وهو مادة تأتى من الشمس وتتدمر بسرعة بفعل البيئة على الأرض. ولا يوجد منها فى العالم كله إلا بضعة مئات من الأرطال.

وفى المقابل فإن القمر يعتبر منجمًا من مناجم الهيليوم 3. والعلماء يعتقدون منذ أعوام طويلة أن مليون طنٍّ – وربما 100 تريليون طنٍّ – من الهيليوم 3 مكدسة على سطح القمر، وهى كمية تكفى لإنتاج عشرة أضعاف الطاقة التى تنتجها جميع أنواع الوقود الحفرى على الأرض. ويمكن لمفاعل متحرك بطىء أن ينقلها من الريجوليث بسهولة عن طريق التسخين.

الحصول على المعادن من الماريا

يحتاج الرواد إلى المعادن كالألومنيوم والحديد والتيتانيو لبناء المنازل والعربات القمرية الجوالة ومركبات الفضاء وأوانى الطهى. كما أنهم يحتاجون إلى السيليكون لخلايا الطاقة الشمسية. فأين توجد هذه العناصر؟ يعتبر الألومنيوم والسيليكون أهم مكونات الأنورثوسيت التى تكون القشرة الأصلية للقمر، وتوجد بقايا القشرة الأصلية فى الأراضى المرتفعة.

أما المعادن الأثقل كالتيتانيوم والحديد فقد كانت تكون الحمم التى كونت الماريا. وعندما تبرد الحمم تصبح صخورًا سوداءَ تسمى البازلت.

يقول آلان بيندر عالم القمر: إنه لو كان البازلت الذى تم إحضاره من أبوللو 11 وأبوللو 17 موجودًا على الأرض، «لكانت هذه المناطق من أغنى مستودعات التيتانيوم على الإطلاق».

لقد شكلت الحرارة الهائلة للارتطام نوعًا ثالثًا من الصخور يسمى بريشة الارتطام. تحتوى صخور البريشة على قطع منصهرة من الحجر النيزكى أو المذنب الأصلى وكذلك أنورثوسيت بازلت. لقد نثرت الارتطامات صخور البريشة على جميع أنحاء القمر، لذا فسيعثر الرواد على معادن أينما نزلوا على سطح القمر، ربما يختارون النزول فى موضع قريب من مناطق العناصر القيمة النادرة، أو الـ «كريب» وهى اختصار لرموز: البوتاسيوم وعناصر الأرض النادرة والفوسفات. وأكثر الأماكن على القمر التى تحتوى على أكبر كمية من الكريب هى المنطقة التى هبطت فيها أبوللو 14 وأرستاركوس فى محيط بروسيلاروم.

تبين هذه الخريطة ذات الألوان غير الحقيقية للجانب القريب من القمر موضع الموارد المعدنية. تظهر صخور الأراضى الجبلية المكونة من السيليكون والألومنيوم باللون الأحمر. أما بازلت الماريا الغنى بالحديد والماغنيسيوم فلونه برتقالى. لون التيتانيوم أزرق، ولون بعض المعادن النادرة الأخرى أزرق داكن. الفوهات الحديثة مثل «تايكو» (فى المنتصف السفلى) فنقاط لامعة.

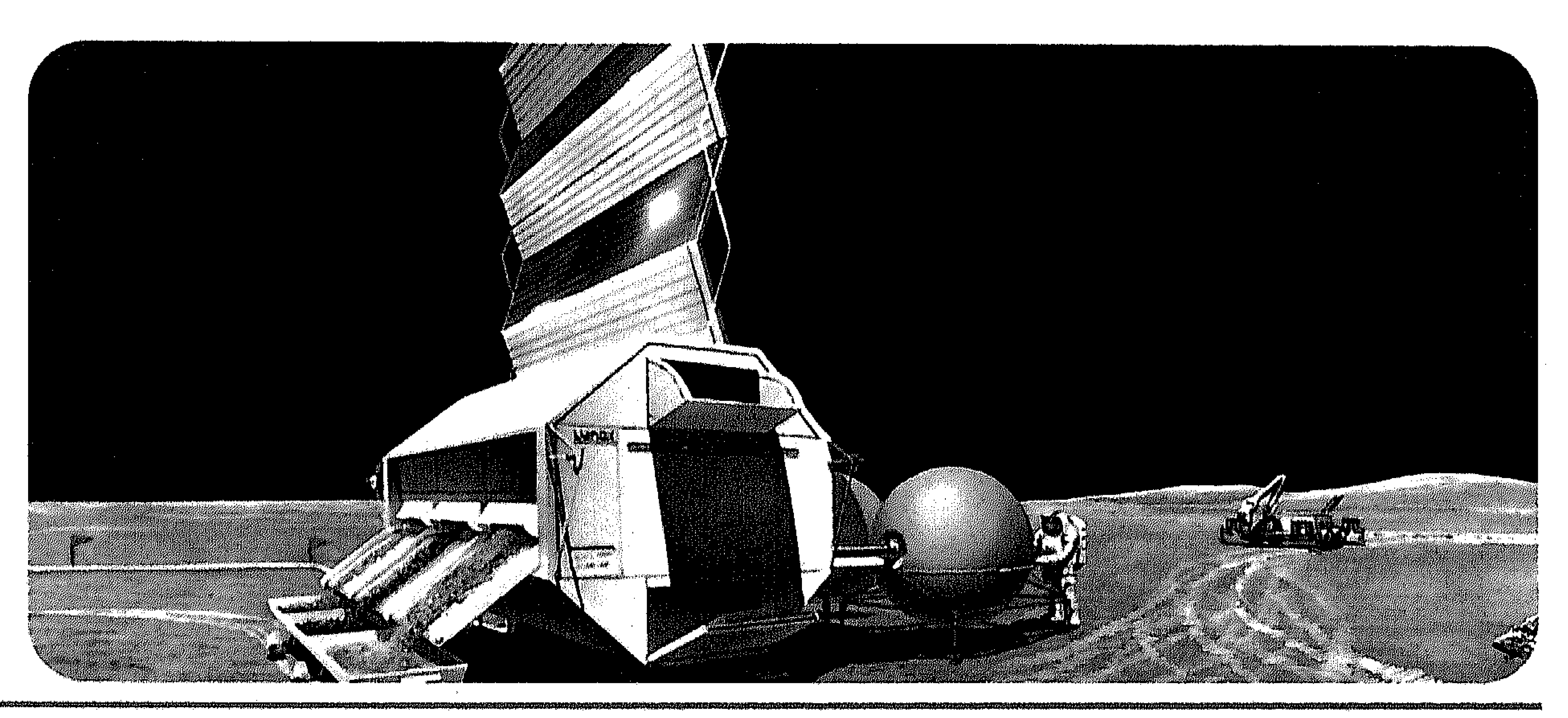
الأكسجين من الصخور

يحتاج الإنسان إلى الأكسجين لكى يتنفس، كما أن 80 بالمائة من وزن وقود الصواريخ يكون عبارةً عن أكسجين سائل (Liquid Oxygen) يسمى «لوكس» على سبيل الاختصار، إلا أنه من المكلف جدًّا إحضار هذا الأكسجين من الأرض، ولحسن الحظ لن تكون هناك ضرورة لذلك.

يتكون نصف حجم كل حجر قمرىٍّ من الأكسجين، ولكن السؤال هو كيفية استخراج الأكسجين من تلك الأحجار.

لقد تم اختبار العديد من الطرق على الأرض. إحدى هذه الطرق تسمى خفض الهيدروجين، وتحتاج إلى الأحجار القمرية المحتوية على الإلمانيت ـ وهو معدن مؤلف من حديد وتيتانيوم وأكسجين. يتم طحن الإلمانيت إلى رمل ويسخن. يصنع غاز الهيدروجين فقاقيع فى الرمال، ويندمج الأكسجين مع الهيدروجين ليكون الماء. وتستخدم الكهرباء لإزالة الأكسجين من الماء، ثم يتم تبريد الأكسجين لعمل الأكسجين السائل، ويعاد تدوير الهيدروجين.

لا يوجد الكثير من الهيدروجين فوق القمر. فبدلاً من تقليل الهيدروجين يمكن للمصانع القمرية استخدام تحليل الماجما الكهربى (الصهارة الصخرية المذابة فى باطن الأرض) للحصول على الأكسجين من الصخور، وسيتم صهر الصخور فى فرن فائق الحرارة، ثم يتم إرسال تيار كهربىٍّ



يتم تغذية القادوس فى مقدمة ماكينة إنتاج الأكسجين بالريجوليث الخام. يتم تسخين الريجوليث لإزالة الأكسجين ثم يخرج من الجانب الأيسر. تقوم ألواح الإشعاع على القمة بإمداد الماكينة بالبرودة لتحويل غاز الأكسجين إلى أكسجين سائل الذى يمكن تخزينه فى الخزانات البرتقالية اللامعة. ولا يظهر فى الصورة مصدر الطاقة للماكينة والذى يمكن أن يكون مفاعلاً نوويا مدفونًا أو صفوفًا عديدةً من الخلايا الشمسية.

خلال الماجما، مما سيجعل الأكسجين النقى يكوِّن فقاقيع ويتصاعد. وتحتاج إذابة الصخور إلى الكثير من الطاقة. كما أن أوانى الانصهار تبلى بسرعة. لذلك فإن أفضل شيء بالنسبة للتحليل الكهربى للماجما أنه يصلح لأى صخر قمرىٍّ وليس فقط الصخر المحتوى على الإلمانيت.

الواحة القمرية

الأحجار القمرية لا تحتوى على ماء ولا حتى نقطة واحدة. فهل سيتعين على المدن القمرية صرف مبالغ فلكية لاستيراد المياه من الأرض؟ ربما لا، فعلى قطبى القمر توجد فوهات لا ترى الشمس مطلقًا، وبالتالى فإن هذه الفوهات المظلمة باردة جدًّا (−387° ف!) (−232,8° م) لدرجة أن الجزيئات تتوقف عن الاهتزاز. فهل يمكن احتجاز الثلج المتناثر من المذنبات المصطدمة بالقمر فى هذه الفجوات؟

لقد انطلقت مركبة فضائية تسمى المستكشف القمرى لاستطلاع الأمر. وفى مارس 1998 عثرت هذه المركبة على دليل لوجود ماء بكمية كبيرة قرب القطب الجنوبى. رائع! القمر الجاف يحتوى على واحة.

كان الدكتور بيندر هو القائد العلمى للمستكشف القمرى. وقد توقع بيندر أن الثلج يقع فى أعلى ثلاثة أو ستة أقدام (90 أو 180سم) من السطح. يقول بيندر: «إذا ما تم تجميع هذه الثلوج فى مكان واحد فستصنع ما يشبه بحيرةً مساحتها من 2 إلى 3 أميال مربعة (من 3,2 إلى 4,8كم^2) وعمقها من 50 إلى 100 قدم (من 15 إلى 30م). وهى ليست مساحةً هائلةً من الماء». وبالرغم من ذلك فهى كافية لإمداد 10,000 شخص بالماء لحوالى 350 سنةً. وباستخدام إعادة التدوير فمن الممكن أن تمد الملايين من البشر بشكل غير محدود.

هبط العلماء بالمستكشف القمرى داخل هوة عمقها 2,5ميل (4كم) بالقرب من القطب الجنوبى للقمر. ولم يروا أى دخان من جراء الهبوط. وقد يعنى هذا أن الهيدروجين على القمر عبارة عن غاز أتى من الشمس بدلاً من ماء الثلج الآتى من المذنبات. ولكن الدكتور بيندر يقول: «إن هذا لا يهم؛ إن الهيدروجين هو ضالتنا؛ لأننا نستطيع الحصول على الأكسجين من الصخور القمرية ويمكننا حينئذ صنع المياه التى نريدها. السبب الذى يجعلنا نريد معرفةَ ما إذا كان الهيدروجين ماءً أو غازاً هو الاستخراج. لا يمكننا الصعود إلى هناك بماكينة مياه إذا كان الهيدروجين غازاً، ولا يمكننا الصعود بماكينة هيدروجين إذا كان ماءً».

درجات الحرارة المتطرفة عند القطب القمرى الجنوبى ستكون قاسية على المعدات. تبين الصورة رواد فضاء يصلحون جهازًا آليا للتنقيب عن الثلج على الحافة دائمة الإضاءة فى هوة دائمة الإعتام. وبمجرد إزالة الثلج، يمكن استخدام هذه الفجوات الخاصة المعتمة كسفينة نوح حديثة لحفظ الحبوب والمستلزمات الأخرى فى درجة حرارة فوق الصفر مباشرةً.



الصقيع القمرى العميق

كان يوجد داخل مركبة المستكشف القمرى كبسولة من الألومنيوم يبلغ حجمها حجم إصبع أحمر الشفاه. وكانت هذه الكبسولة تحمل بعضًا من رماد العالم الجيولوجى يوجين شوميكر، وهو الذى علَّم رواد أبوللو علم الجيولوجيا. أصبح هذا العالم الجيولوجى أول إنسان يدفن على القمر، وستبقى بقاياه وبقايا المركبة على حالتها الأصلية لملايين وربما بلايين السنين؛ فليس هناك أشعة شمس لتبهت الألوان ولا رياح أو أمطار لتلمس أو تحرك أى شىء فى هذه الفوهات العميقة. يقول د. بيندر: «ربما يتمكن الزوار فى المستقبل من التقاط قطعة من المركبة وستبدو جديدةً».

وربما أصبحت فوهات القمر العميقة فى يوم ما مخزنًا للطائرات الثمينة وحبوب المزروعات والحامض النووى للحيوانات، إذا ما تعرضت الأرض لحرب عالمية أو ارتطام مذنب ـ لا قدر الله ـ فربما أصبح القمر حينئذ سفينة نوح التى تساعد على إعادة بناء الحضارة فيما بعد.

نـشـــاط

طبق اليوم: أحجار قمرية

المعدات: عدد 2 طبق شوربة ـ ملعقة صغيرة ـ ملعقة كبيرة ـ فرن ميكروويف ـ ثلاجة ـ مجمد

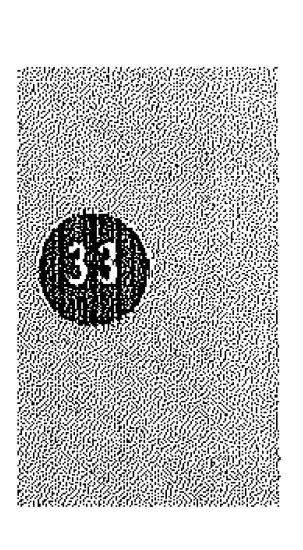
المقادير:

- 1 ملعقة كبيرة من الشيكولاتة. «بازلت».
- 1 قطعة حلوى سكر جيلاتينى كبيرة مقسمة إلى نصفين أو ثلاث قطع صغيرة. «أنورثوسيت».
- 1 ملعقة كبيرة من حبوب أرز. «ريجوليث».
- 1 ملعقة كبيرة من سكر مطحون «الغبار القمرى».
- 1 ثمرة جوز أو بندق «حجر نيزك».

الخطـــــوات:

1. ضع مقدار ملعقة كبيرة من الشيكولاتة «حمم اللافا/ البازلت» فى طبق صغير. ضع فوقها حلوى السكر الجيلاتينى «أنورثوسيت».
2. ضع الطبق فى فرن الميكروويف عند درجة حرارة عالية لمدة 45 ثانية أو حتى ينتفخ السكر الجيلاتينى وتلين الشيكولاتة. أخرج الطبق من الميكروويف بحرص. والآن لقد أصبح لديك قمرٌ ساخنٌ!
3. ضع مقدار ملعقة سفرة من الأرز «ريجوليث» فوق الشيكولاتة والسكر «القشرة» فى الطبق. اكبس «حجر النيزك» من الجوز فوق الخليط بمؤخرة الملعقة. استخدم الملعقة لتشكيل الخليط فى شكل كرة «صخور البريشة».
4. ضع مقدار ملعقة صغيرة من السكر المطحون «غبار القمر» فى طبق نظيف. أسقط «صخور البريشة» المذابة فى «الغبار» سكر البودرة وقلبها حتى تغطى بالسكر تماماً.
5. ضع الطبق المحتوى على البريشة فى «الفريزر» لمدة 5 دقائق أو فى الثلاجة لمدة 15 دقيقةً. مع التبريد ستتجمد الصخور.
6. اقطـع عينـةً صغيـرةً من صخـرتك للدراسة. هل تحتوى العينة على جزء مـن كـل نـوع مـن أنـواع الصخـور (أنـورثـوسيت، بـازلت، ريـجـوليث، غبار)؟ رغم أن الصخرة الكاملة تحتوى على كميات متساوية من «الريجوليث» الأرز و«البـازلت» الشيكـولاتة، قد لا تكون العينة كذلك. هل تبينت لماذا ينبغى على العلماء الحصول على العديد من العينات؟
7. ضع صخرتك فى الثلاجة حتى يحين الوقت للاستمتاع بمكافآت علوم القمر اللذيذة.







الفصل الرابع

العودة إلى القمر

إعادة البشر إلى القمر ليست مهمةً سهلةً، فالمكوك الفضائى الأمريكى والصاروخ الروسى «السويوز» هما الوسيلتان الوحيدتان لنقل الأفراد إلى الفضاء اليوم. فلا أحد يستطيع أن يطير إلى القمر. كما أن الرحلة تتطلب كميات من الوقود أكبر من قدرتهما. إلا أنه مازال بإمكانهما مساعدتنا فى الوصول إلى هناك.

تنقسم الرحلة إلى القمر إلى ثلاث مراحل: من الأرض إلى المدار، ومن مدار الأرض إلى مدار القمر، ومن مدار القمر إلى سطح القمر.

استخدمت مركبة الفضاء أبوللو الصاروخ العملاق «ساتورن ٥» للوصول إلى مدار الأرض. وكان كلٌّ منهم يحمل رائداً وعربتين وجميع المستلزمات كمرحلة الذهاب والعودة. أما الصواريخ الحديثة فلا تستطيع حمل كل هذا الوزن. وإنما يمكن إطلاق العربات القمرية والإمدادات للرواد كلٌّ على حدة. فعلى سبيل المثال يمكن للمكوك الفضائى أن يحمل الرواد والصاروخ الروسى يطلق العربات القمرية، والصاروخ الأوروبى يطلق الإمدادات، ويمكن لهذه الأجزاء أن تلتحم عند مدار الأرض.

كانت مركبة أبوللو للقيادة والخدمات (MSC) والمركبة القمرية (ML) قد انطلقتا متصلتين إلى القمر. واستقرت مركبة القيادة والخدمات فى المدار القمرى فى حين أكملت المركبة القمرية إلى السطح وعادت. وأحضرت مركبة القيادة والخدمات طاقم الرواد إلى الأرض مرة أخرى.

لم يعد هناك اليوم مركبات حديثة للقيادة والخدمات. إلا أن كبسولة سويوز مع أداة تعزيز الطاقة بالصاروخ قد تقوم بنفس الدور. كما أنه لا يوجد اليوم مركبات قمرية أيضًا فمن الضرورى وجود شىء جديد لحمل الأفراد من وإلى سطح القمر وتعمل أيضًا كمأوًى مؤقت.

لا يبدو القمر بعيدًا عندما يرى من مدار الأرض. وبلغة الطاقة، فالذهاب إلى هناك أسهل من مقاومة الجاذبية الأرضية. لذا فمن الممكن فى المستقبل أن تقوم المركبات الفضائية التى تطوف حول الأرض باستخدام القمر كمحطة إمداد للوقود ومركز إطلاق للمجموعة الشمسية الخارجية.

سوف يحتاج البشر المقيمون فوق القمر إلى حمام على الأقل وهو ما لا يوجد فى المركبات القمرية! أمّا مركبات محطات الفضاء الدولية فتحتوى على كل شىء يحتاجه الإنسان للحياة فوق القمر. ويمكن لهذه المركبات أن تهيأ للاستخدام فوق القمر.

تكلفة العودة

هل من الممكن أن تدفع عدة بلايين من الدولارات لتقوم برحلة إلى القمر؟ إن إنشاء واختيار المركبات الحديثة قد يتكلف هذه التكلفة. وإطلاقها سيحتاج إلى مئات الملايين الإضافية. فمن أين ستأتى هذه الأموال؟

تنفق الشركات الكبرى الأموال لتصنع المزيد من الأموال؛ فربما تقوم بشراء أو تأجير مركبات الفضاء لاستخدامها فى الرحلات القمرية. لقد قام بالفعل بعض السياح بدفع 20 مليون دولار لكل واحد منهم للذهاب إلى مدار الكرة الأرضية. وقد يدفع آخرون المزيد لأجل تكرار تجربة أبوللو 8.

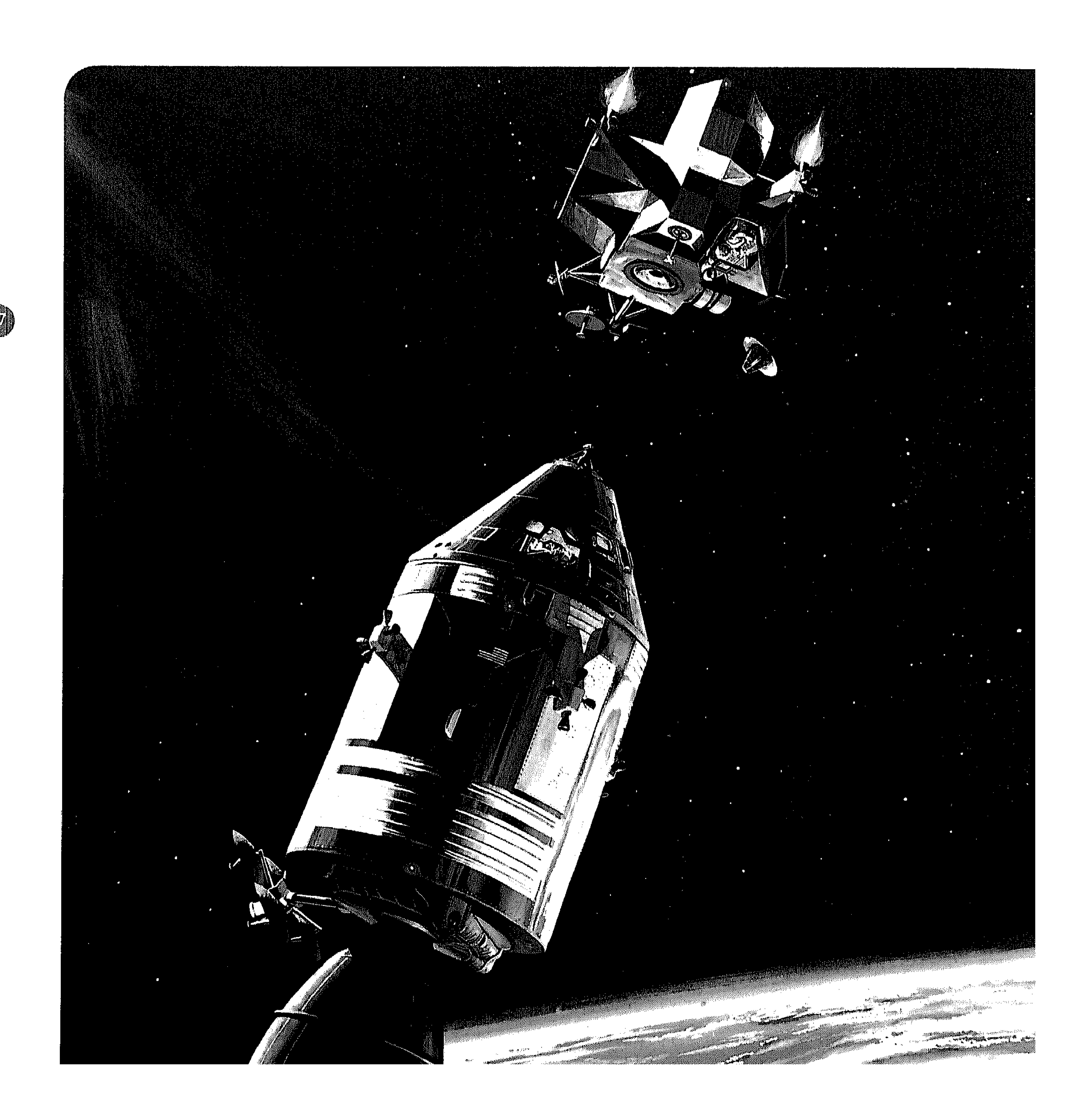
ويمكن للشركات الخاصة أن تجنى الأموال عن طريق نقل الأفراد إلى القمر للسياحة أو للتنقيب فى الأرض. فالناس يدفعون الأموال بالفعل على شبكة الإنترنت لشراء صكوك تخيلية للأراضى القمرية. فكم من الممكن أن يدفعوا لأراضٍ حقيقية على القمر؟ يمنع القانون الدولى الحالى الحكومات من امتلاك أو بيع الأراضى القمرية، ولكن من الممكن أن يتغير هذا. إن إحدى الوسائل التقليدية لتمتلك أرضًا أن تكون أول من أقام عليها. وعندما يتم بناء محطات الطاقة أو المناجم أو المراكز العلمية أو المستشفيات ستزيد قيمة الأرض. ويمكن للمُلاك حينها إعادة بيع هذه الأملاك بأرباح كبيرة كما يفعلون على الأرض.

تنفق الحكومات الأموال على أبحاث الفضاء لتحسين حياة المواطنين. ولا أحد يعلم القيمة الحقيقية المترتبة على منح البشر عالمًا جديدًا يعيشون فيه. ولكن إنشاء أول قاعدة قمرية سيتكلف تقريبًا نفس ما تكلفه إنشاء محطة الفضاء الدولية، هذه التكلفة أقل من نصف ما تنفقه حكومة الولايات المتحدة سنويا. ومن الممكن فى النهاية تعويض بعض من هذه النفقات عندما تقوم هذه القواعد القمرية بإرسال إمدادات إلى المحطة الفضائية. وسيكون هذا أرخص من

ذهب رواد المركبة أبوللو إلى القمر داخل مركبة القيادة والخدمات (CSM). أسفل الصورة إلى اليسار. ثم انتقلوا إلى مركبة قمرية (LM) تشبه العنكبوت. أعلى الصورة إلى اليسار. ستجعل التقنية الحديثة تلك الرحلات أكثر أمانًا وأكثر راحةً مما كانت عليه مع رواد أبوللو.

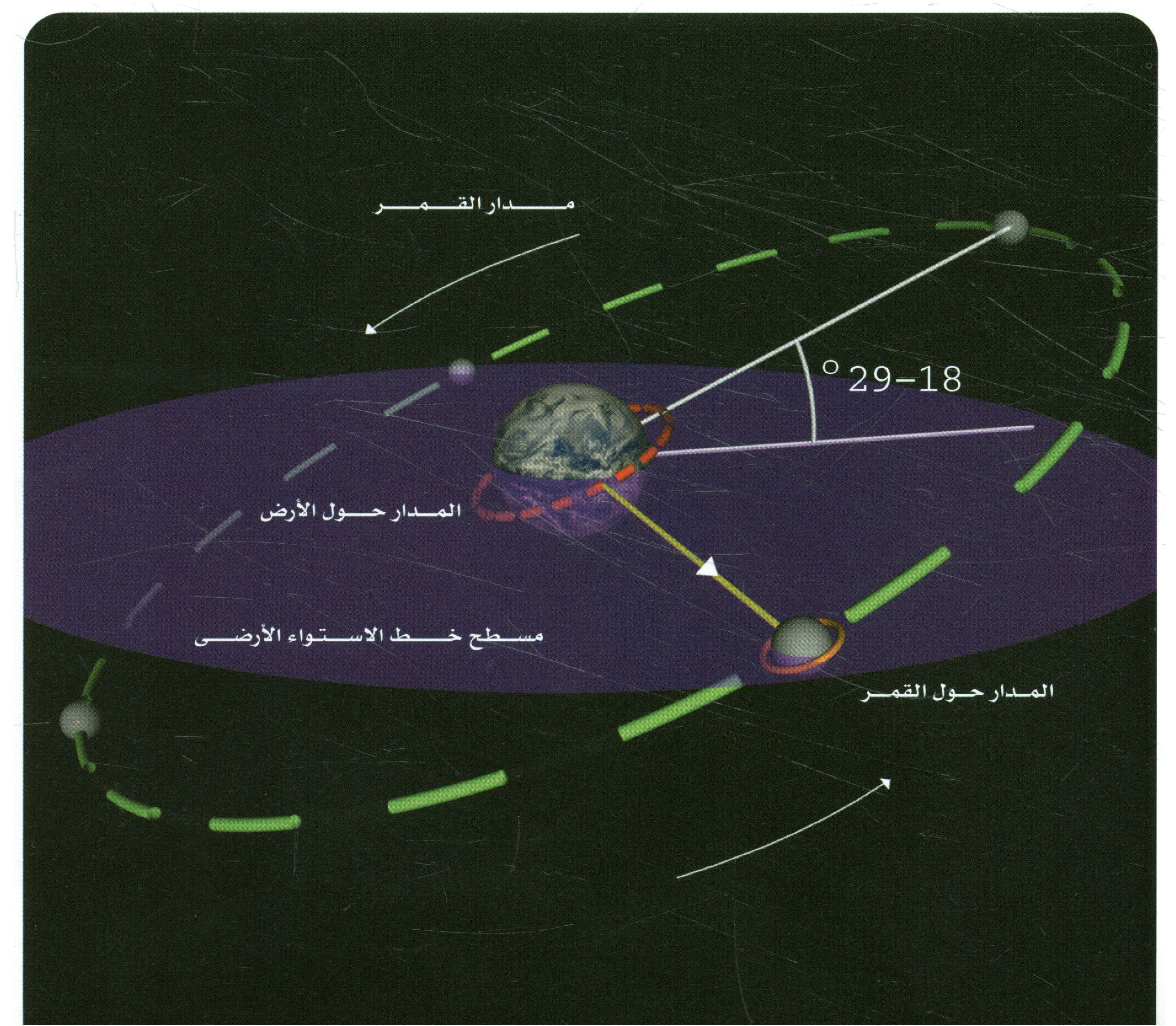
إحضارهم من الأرض. إن رحلة ذهاب وعودة من المحطة إلى القمر تستهلك وقودًا أقل مرةً ونصفًا من رحلة ذهاب وعودة من المحطة إلى الأرض.

ربما يتطلب الأمر بعضًا من التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص لإنشاء أول قواعد قمرية، وربما يستغرق الأمر وقتًا طويلاً قبل أن تتمكن تلك القواعد من الإنفاق على نفسها، ولكن مكافأة البحث والاستكشاف ستبقى إلى الأبد.



إن الوصول إلى القمر أمر معقد. فالقمر يدور حول الأرض كل شهر. ويتحرك إلى أعلى وإلى أسفل أيضًا لأن مداره يميل مع خط الاستواء على الأرض. فعندما يكون القمر فى أعلى نقطة فى مداره يكون على ارتفاع من 18 إلى 29 درجة فوق خط الاستواء. وبعد أسبوعين يكون على ارتفاع من 18 إلى 29 أسفل خط الاستواء.

ولكى تسافر المركبة إلى القمر يجب أن يكون مدارها على حافة مدار القمر حتى تتمكن من الالتقاء بالقمر عند امتداد المدار. تسمى الفترات التى يمكن للمركبة أن تدخل فيها على حافة المدار بنوافذ الإطلاق، والأفضل اختيار نافذة إطلاق تستهلك وقودًا أقل وإن كان ذلك ليس ضروريًّا. ولن يكون عند الرواد الأوائل الكثير لادخاره. تفتح النوافذ التى تستهلك وقودًا أقل مرتين إلى ثلاث مرات فى الشهر.



على الرغم من ذلك فالقمر يقع على بعد 240,000ميل (386,160كم) من الأرض. يستغرق الصاروخ ثلاثة أيام ليقطع تلك المسافة الشاسعة. لذا فالمركبة تسعى إلى النقطة التى سيتواجد فيها القمر بعد ثلاثة أيام لا التى يتواجد فيها لحظة ترك المركبة لمدار الأرض.

بمجرد بناء قاعدة على القمر، سيستخدم الرواد المرشد اللاسلكي للعثور عليه بأمان. وإلى أن يتم ذلك سيتم ضبط توقيت الإطلاق بحيث تصل المركبة بعد شروق الشمس مباشرةً. ظلال الصباح الطويلة تجعل رؤية علامات الحدود وتحاشى الصخور والفجوات أسهل. يتيح الهبوط عند شروق الشمس أسبوعين من الضوء لإعداد المعسكر قبل أيام الليل الطويل.

أين تهبط

يحدد موضع القمر متى يمكنك الذهاب إلى القمر؟ ولكن موضعك على القمر هو الذى يحدد متى يمكنك العودة إلى الأرض.

يمكن إطلاق السفن من قرب خط الاستواء القمرى إلى الأرض فى أى وقت؛ لأن خط الاستواء القمرى له حافة دائمة تجاه الأرض. (إذن فهبوط رحلات أبوللو كان بجوار خط الاستواء القمرى). ومع ذلك حتى تتمكن المركبة من الالتقاء بمحطة فضاء فى مدار الأرض، يجب عليها أن تنتظر حتى يكون مدار المحطة الفضائية فى مقابلة القمر، وهو ما يحدث كل عشرة أيام تقريباً.

أما الإطلاق من مناطق بعيدة عن خط الاستواء القمرى، فعادةً ما يضع المركبة فى مدارات تذهب أعلى أو أسفل خط الاستواء القمرى. يمكن للمركبات أن تصل إلى الأرض فقط عندما تكون المدارات فى مقابلة الأرض. تؤدى حركة القمر إلى حدوث ذلك كل أسبوعين. وانتظار الحافة لتحوى محطة الفضاء قد يضيف حوالى شهر.

ولتجنب الانتظار فإن زوار القمر البعيدين عن خط الاستواء القمرى ينبغى ألا ينطلقوا نحو الأرض مباشرةً، وإنما ينطلقون نحو نقطة فى الفضاء تسمى ل1، وهى النقطة التى تتعادل

للوصول إلى القمر يجب أن تسعى المركبة الفضائية إلى النقطة فى الفضاء التى سيتواجد فيها القمر بعد ثلاثة أيام. يتحرك القمر فى مداره (الأخضر) 18 إلى 29 درجةً فوق ثم تحت مسطح خط الاستواء الأرضى (الأزرق). تغادر المركبة مدار الأرض عندما يقطع مسارها حول الأرض (الأحمر) مسطح المدار القمرى. ويمكنها بعد ذلك اتباع مسار مباشر (الأصفر) إلى القمر. وعندما تصل إلى القمر، تكبح المركبة نفسها فى المدار القمرى (البرتقالى).

فيها جاذبية الأرض وجاذبية القمر مع بعضهما. ويمكن للسفن الفضائية أن تصل إلى الأرض أو إلى القمر من هذه النقطة ل1 فى أى وقت. ويمكن أن تقوم هذه النقطة بدور استراحة طبيعية، ومحور للمركبات الفضائية ومستودع وقود، أو يمكن للسكان القمريين الذين يسكنون بعيداً عن خط الاستواء القمرى أن يرحلوا ببساطة إلى خط الاستواء القمرى وينطلقوا من هناك.

العودة إلى الجانب القريب

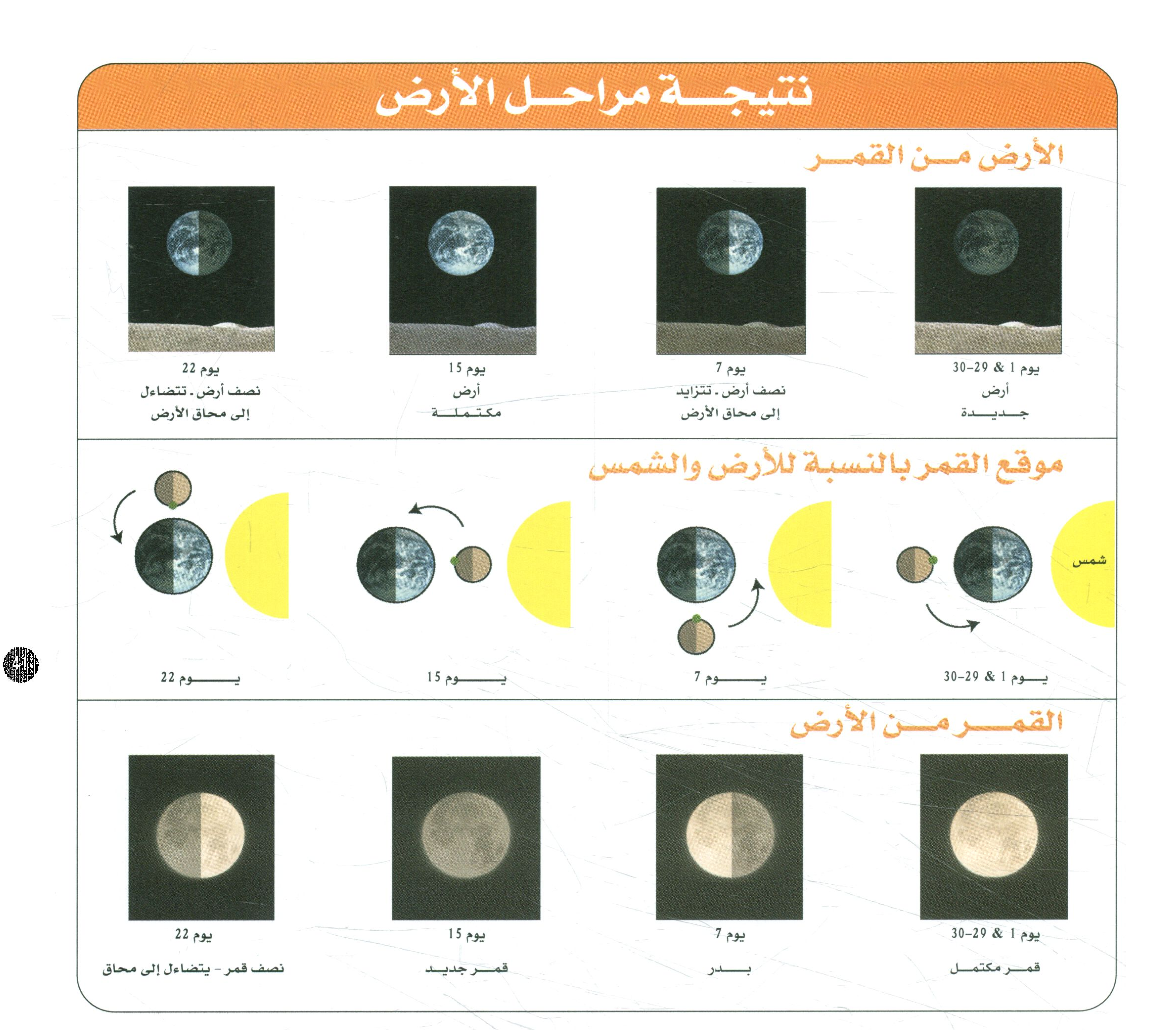
الجانب القريب هو الاختيار الملائم لأول قاعدة قمرية. لماذا؟ لسبب واحد: أن معظم بحار الماريا تقع على الجانب القريب، فبالإضافة إلى تمتعها بالمعادن الغنية تعتبر بحار الماريا الهادئة موانئ فضائيةً طبيعيةً.

كما أننا ذهبنا إلى هناك من قبل، فجميع رحلات أبوللو كانت على الجانب القريب. فالخبرة المكتسبة من هذه الرحلات تقلل من احتمالات الأخطار غير المتوقعة.

ليس للقمر مجال مغناطيسىٌّ شامل، لذا فالبوصلة لن تعمل هناك، ولكن البشر على الجانب القريب لن يكونوا بحاجة إلى من يدلهم أين يكونون، كل ما ينبغى عليهم هو العثور على الأرض، فالأرض كما تبدو من القمر تتمايل شمالاً وجنوباً قليلاً كل شهر؛ وذلك بسبب طرف مدار القمر حول الأرض، ولكنها لا تتحرك إلى الشرق أو الغرب. وبالنظر من القمر نحو الأرض يمكن للشخص أن يحدد خط عرضهما وخط طولهما. ورؤية الأرض لها فائدة خاصةٌ فى أيام النهار القمرية. لقد أخبر رواد أبوللو أن الجانب المضىء من القمر كان براقًا للغاية لدرجة أنه حجب عنهم رؤية النجوم.

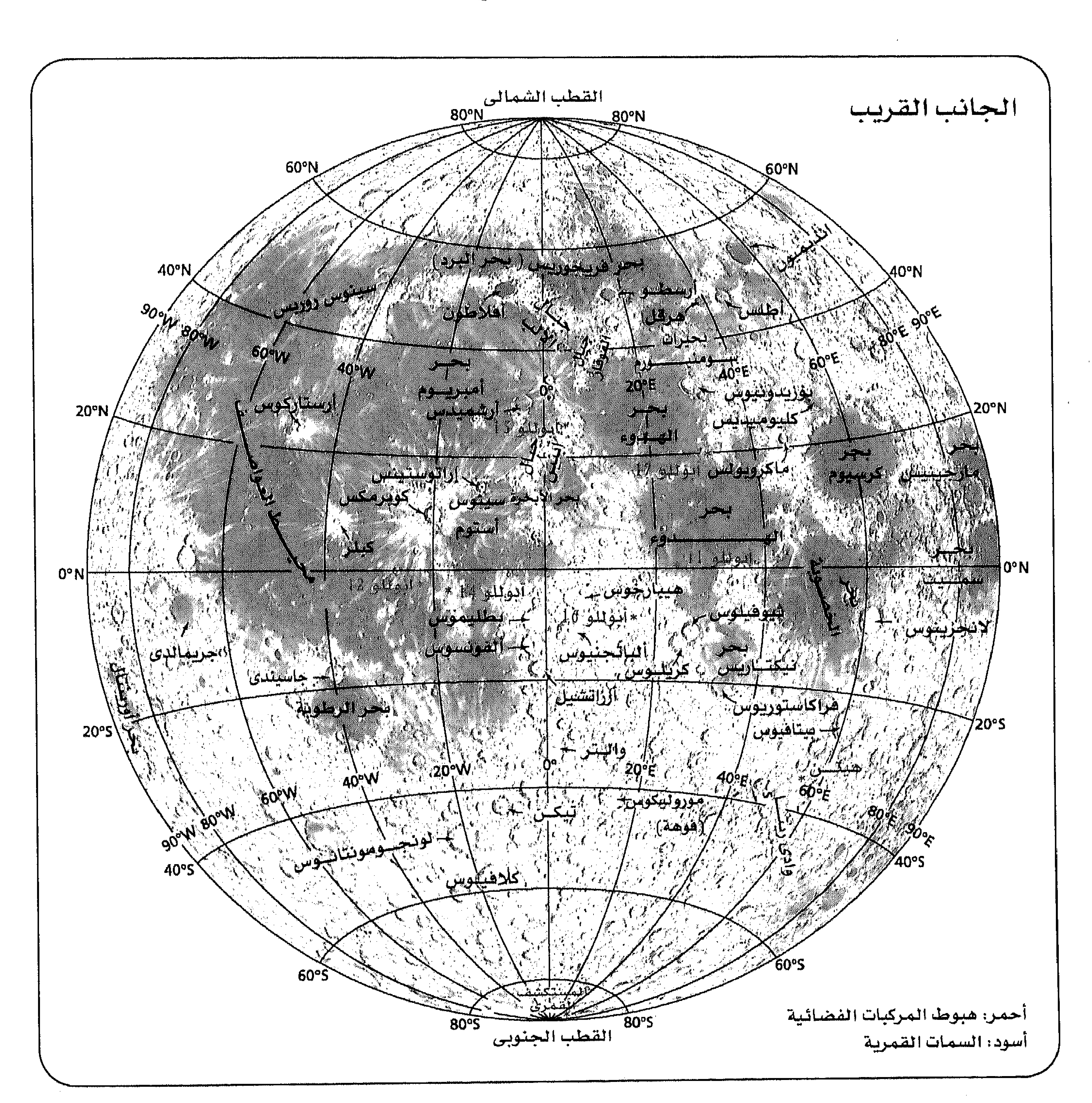
الرؤية الثانية للأرض تعنى أيضًا اتصالات لاسلكيةً مستقرةً. فلن يفقد الرواد فى الجانب القريب الاتصال مع مركز تحكم الرحلة، وهذا يوفر الأمان، ويقلل من التكاليف أيضًا. أما إشارات الجانب البعيد فتحتاج إلى متابعات؛ إما على الأرض وإمّا فى المدار.

دائمًا ما تكون الأرض والقمر فى مرحلتين متقابلتين. ففى أول وآخر أيام الشهر القمرى ذى الـ 5, 29 يوم، فإن القمر يكون كاملاً عندما يرى من الأرض، والأرض تكون مظلمةً عندما ترى من القمر. وبعد 15 يومًا تقريبًا يمر القمر بين الأرض والشمس. فتكون الأرض كاملةً عندما ترى من القمر. يدور القمر حول نفسه دورةً واحدةً فى أثناء دورانه حول الأرض، بحيث يكون نفس الوجه (انظر النقط الخضراء) فى مقابلة الأرض دائمًا.



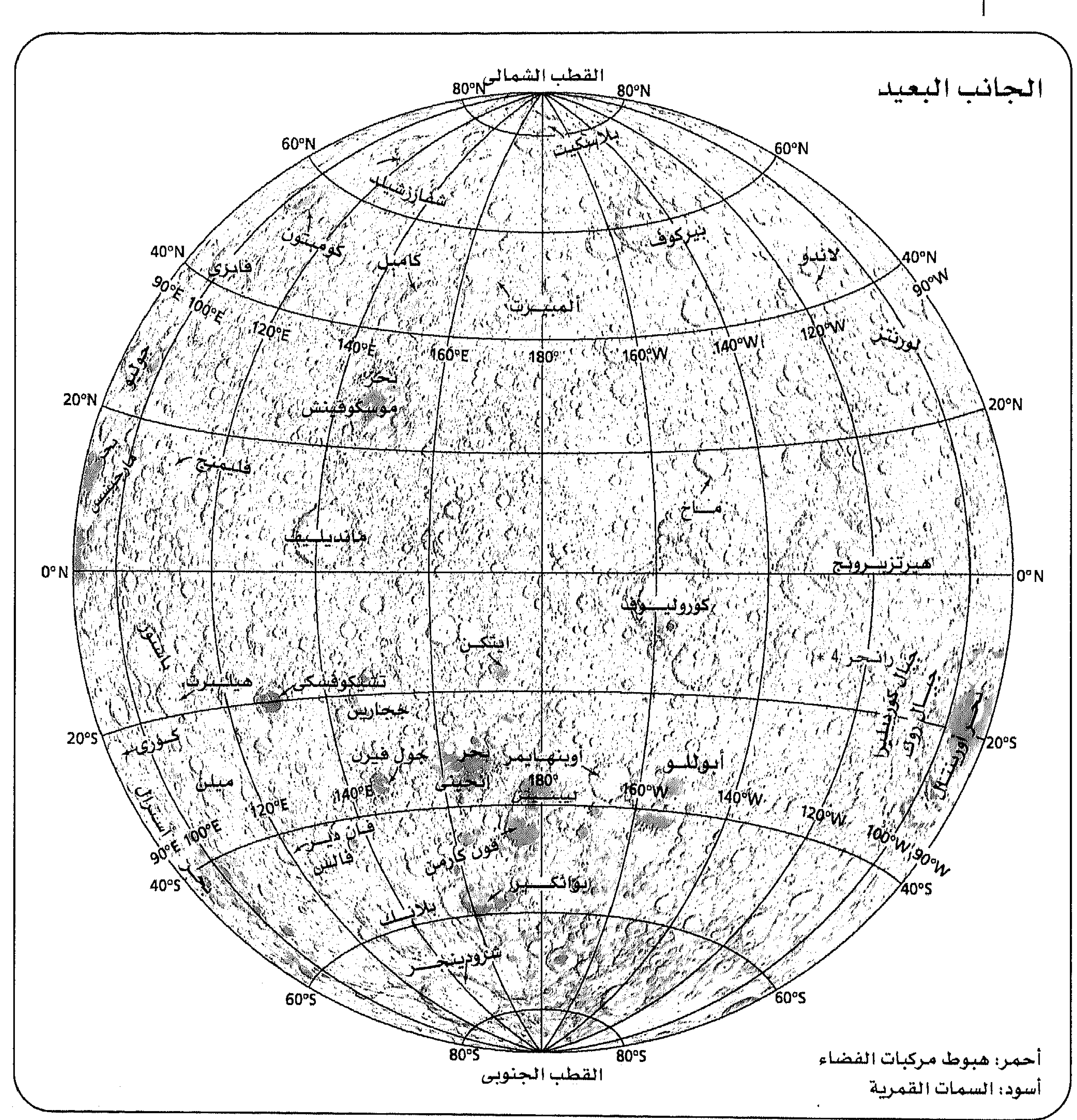
تمر الأرض بمراحل ترى من الجانب القريب للقمر (مقابلة لمراحل القمر التى ترى من الأرض) وبالتالى تصنع نتيجةً مكونةً من 29,5يوم. يكمل القمر دائرةً حول الأرض كل 27,3يوم. وفى أثناء ذلك الوقت، تتحرك الأرض فى مدارها حول الشمس، ويحتاج القمر إلى يومين ليلحق بها؛ لذا فالوقت بين الأراضى الجديدة (أو الأقمار المكتملة) يساوى 29,5 يوم. وبينما يرى سكان الأرض جانباً واحداً فقط من القمر، فسيرى رواد القمر سطح الأرض كاملاً يدور كل يوم. وبمشاهدة القارات تمر، يمكنهم معرفة الوقت.

لن يحتاج الرائد القمرى المتجول فى منتصف الليل لمصباح كشاف، فالضوء المنعكس من الأرض المكتملة له بريق يساوى بريق مصباح 60 وات على بعد سبعة أقدام (2,1م). حتى البريق الناتج عن نصف الأرض يكفى للقراءة. وبالإضافة إلى أن هذا الضوء جذاب، فإنه يسد الاحتياج للطاقة لتشغيل أضواء صناعية بالخارج.



علم الجانب البعيد من القمر

يعتبر الجانب البعيد من القمر مكاناً للغرائب. فبالقرب من القطب الجنوبي توجد أحواض أعمق من وادي جراند كانيون (الأخدود العظيم) بأربع مرات. والجبال هناك أعلى من قمة إفرست! لا ريب أن السياح سيدفعون ببذخ لمشاهدة هذه الأماكن.



وعلماء تربة القمر أيضًا مشغوفون بمشاهدة تلك الأماكن، ويتمنّون اكتشاف السبب وراء اختلاف الجانب البعيد للقمر عن الجانب القريب. لماذا لا تتملئ الفوهات على الجانب البعيد بالحمم؟ هل القشرة أسمك؟ ربما يمكن لعينات السطح وما تحت الأرض حل هذا اللغز.

قد توجد يومًا ما علامة على الجانب البعيد تقول: الزم الهدوء! رواد فضاء يعملون! عندما تكون الشمس وكوكب المشترى (مصادر الموجات اللاسلكية الطبيعية) خارج نطاق الرؤية، يكون الجانب البعيد للقمر أهدأ ما يكون. فى هذا المكان فائق الهدوء والصمت يمكن للتلسكوب اللاسلكى التقاط الأصوات الخافتة القادمة من المجرات البعيدة. تعتبر هذه المعلومات مفتاح فهم طبيعة الكون.

ليس للقمر نجم شمالىٌّ. فالقطب الشمالى يشير فى نصف الطريق بين النجم القطبى - وهو نجم الأرض الشمالى - وألمع نجم فى كوكبة التنين. النجوم المرئية من سطح القمر تصنع دوائر حول القطب الشمالى للقمر كل 27,3يوم. إنها تبدو كما لو كانت دوامة خيل بطيئة. والدوران البطىء للقمر يمنح التلسكوب الموجود على سطحه رؤيةً ثابتةً للأشياء غير الواضحة خلال أسبوعى الظلام. ومن المستحيل تنفيذ ذلك من الأرض سريعة الدوران أو من خلال الدوران مع مدار الأرض. قد تتيح هذه المشاهدة الثابتة للفلكيين رؤية كواكب شبيهة بالأرض حول نجوم أخرى وكذلك المذنبات المتجهة نحو الأرض.

ومن الممكن أن يقوم علماء الفيزياء بالإقامة فى الجانب الهادئ لدراسة أدق أجزاء الذرة، فهذه المهمة ستكون أسهل فى ظل عدم وجود هواء أو مجال مغناطيسىٍّ. ويمكن لعملهم أن يكشف سر الجاذبية ويفتح الباب لآفاق أخرى، كما يمكن أن يؤدى إلى تطوير

حيث لا توجد أرض لامعة لحجب الرؤية ولا ازعاج لاسلكىٌّ للتداخل، فسوف يمثل الجانب البعيد للقمر المكان الأمثل لدراسة المجرات البعيدة والكواكب غير الواضحة حول الشموس الأخرى.

الاندماج النووى. ومع الاندماج يمكن لرواد القمر استخدام مخزون القمر من الهليوم 3 لتوفير الطاقة الكهربائية للقمر وللأرض.

وبالقرب من القطب الجنوبى للجانب البعيد من القمر يوجد كلٌ من الماء فى الفوهات المظلمة العميقة وأشعة شمس مستمرة على الجبال الشاهقة. ومن سيبدأ بمحاولة الحصول على هذه المنطقة أولاً فقد يمتلك أكثر المناطق قيمةً فوق القمر.

أول قاعدة قمرية

سيستغرق بناء قاعدة على سطح القمر العديد من الرحلات إلى القمر. قد لا تحتوى الرحلات الأولية على بشر، وإنما قد يقوم بالعمل آليون لتثبيت المنظومات الشمسية أو دفن المفاعلات النووية. سيقوم الآليون بتثبيت محطات الطاقة لتشغيل مصانع الأكسجين السائل لإنتاج الأكسجين. أما رحلات البضائع الأخرى فيمكن أن تهبط على متن سفينة جوالة أو مركبة فضاء للذهاب والعودة.

أغلب الظن أن أول طاقم سيصل تقريبا عند شروق الشمس وسيستغرق حوالى أسبوعين لإقامة موطنه. وحيث إن الموطن سيستهلك الكثير من الطاقة، فمن الممكن إغلاق جهاز إنتاج الأكسجين السائل فى خلال ذلك الوقت. وسيستخدم الطاقم الأكسجين الذى أنتجه جهاز إنتاج الأكسجين السائل بالفعل لإمداد عربة القمر الجوال ومركبة العودة بالوقود. وقد خطط مشروع خاصٌ يسمى مشروع أرتميس لعمل فيلم بالأنشطة التى سيقوم بها الطاقم ليساعد فى جمع الأموال للرحلة.

قبل أن يحل الظلام وتتوقف الطاقة (إلا إذا كان لديهم مفاعل نووىٌ)، سيغادر أفراد الطاقم فى مركبة العودة، وسيلتحمون مع سفينة موجودة فى المدار القمرى كانت توجه عن بعد من مركز القيادة فى أثناء وجودهم على القمر. ستعيدهم هذه السفينة إلى محطة فضاء أو إلى الأرض.

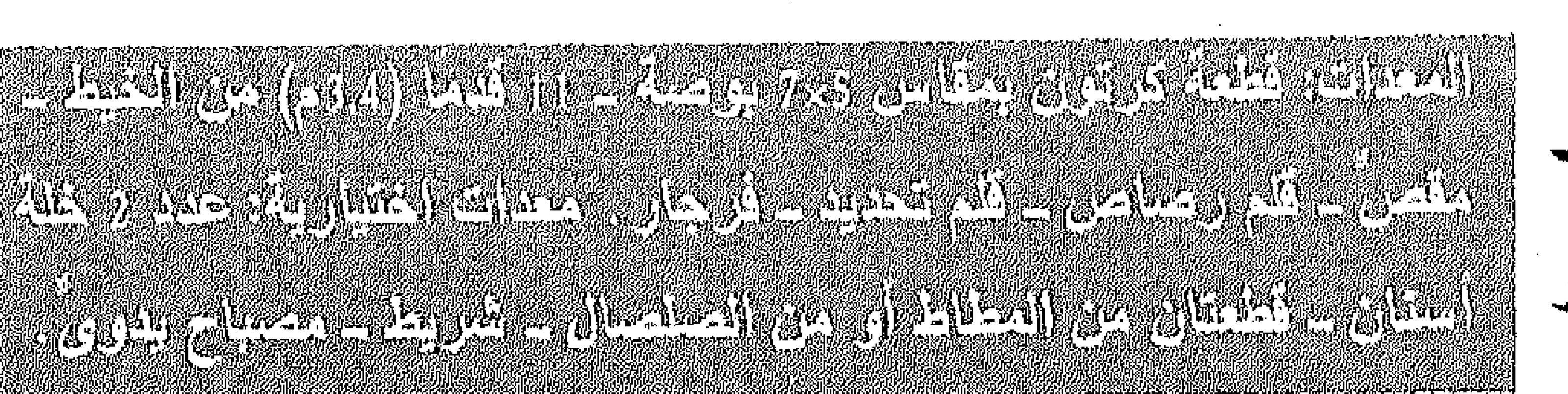
قد تحمل رحلات البضائع فيما بعد أنظمة خلايا الوقود للإمداد بالطاقة فى أثناء أيام الليل، وصوباً زراعيةً ومعدات حفر. وتدريجياً ستنمو القاعدة وتصبح مؤهلةً لدعم طاقم دائم.



1. قد يبدأ تجميع أول قاعدة قمرية برحلة بضائع بدون بشر تنطلق من كازاخستان. 2. قد تكون الشحنة الرئيسية هى جهاز إنتاج الأكسجين الموضح بالصورة وهو يهبط إلى سطح القمر. 3. وبمجرد الهبوط على سطح القمر سيقوم الآليون الموجهون عن بعد من الأرض بجمع الصخور لاستخدامها فى إنتاج الأكسجين. 4. تقوم شحنة أخرى بحمل عربة قمرية جوالة مضغوطة إلى السطح. 5. تحتوى الرحلة التالية على بشر حيث تحمل طاقم الرواد إلى القمر. 6. يقوم الطاقم بإقامة القاعدة الأولية باستخدام عربات القمر مزودة بوقود الأكسجين القمرى.

نشـــاط

قيـــاس القـــمـــر


المعدات: قطعة كرتون بمقاس 7x5 بوصة - 11 قدما (3,4م) من الخيط - مقص - قلم رصاص - قلم تحديد - فرجار. معدات اختيارية: عدد 2 خلة أسنان - قطعتان من المطاط أو من الصلصال - شريط - مصباح يدوى.

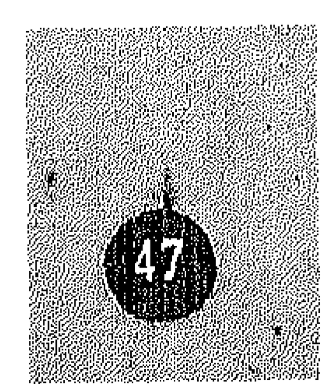
الإرشادات (يستخدم هذا النموذج مقياس كل 1بوصة = 2000ميل) (كل 5 ر2سم = 3218كم).

1. استخدم الفرجار والقلم الرصاص لرسم دائرة «الأرض» بقطر 4 بوصات ودائرة «القمر» بقطر بوصة واحدة على ورقة الكرتون.
2. قص الدائرتين. ارسم داخل الأرض والقمر أو ألصق صوراً بعد تنزيلها من موقع الإنترنت التالى:

http://www.mariannedyson.com/spaceactivites.html

واستخدم إبرة الفرجار أو القلم الرصاص لصنع ثقب فى مركز كلا الدائرتين.

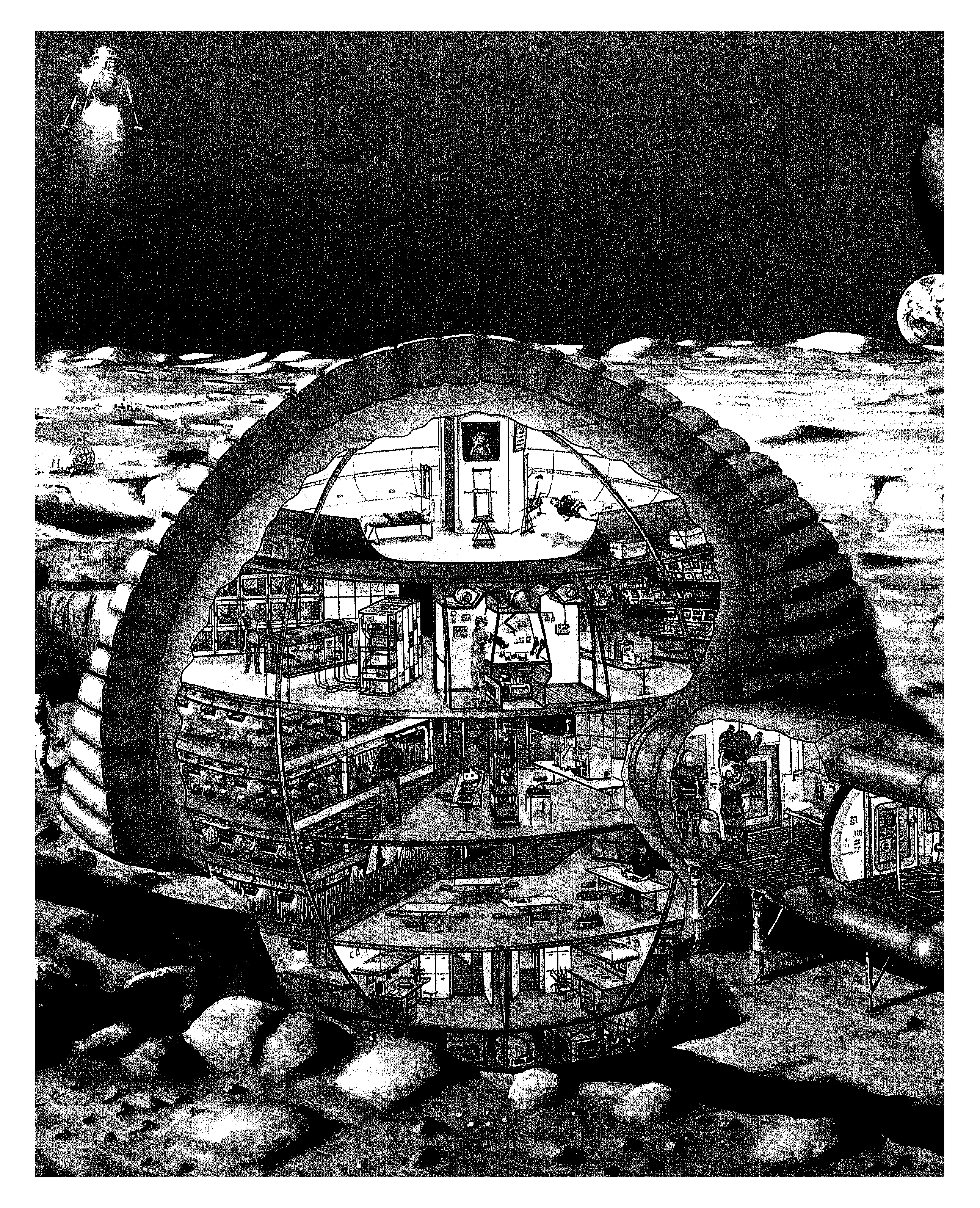
3. اجذب الخيط من خلال ثقب الأرض واعقده من جانب واحد.
4. قس 9 أقدام و5 بوصات (113 بوصةً) (287سم) من الخيط. حدد فى هذا الموضع مكان الحضيض القمرى(*) بنقطة. واعقد الخيط فوق هذه النقطة.
5. اجذب الخيط من خلال ثقب القمر إلى أعلى حتى تصل إلى عقدة الحضيض القمرى(*).
6. قس 13 بوصةً على الخيط بدءاً من عقدة الحضيض القمرى(*) (126 بوصةً من الأرض). حدد فى هذا الموضع مكان الأوج القمرى(*) بنقطة. واعقد الخيط فوق هذه النقطة. ما هو متوسط المسافة إلى القمر؟
7. لف الخيط حول الأرض حتى تلتقى عقدة الأوج القمرى بالأرض. ما مقدار بعد القمر عن الأرض بالمقارنة بقطر الأرض؟ (كل لفة حول الأرض تمثل ضعف القطر!).





نشاط اختيارى: لدراسة الخسوف، ارفع الأقراص فى وضع رأسى عن طريق إدخال عود خلة الأسنان فى أحد جانبى القمر وإدخال الجانب الآخر من العود فى قطعة الصلصال أو المطاط. انصب النموذج على الأرض فى صالة مظلمة. ضع المصباح اليدوى «الشمس» على بعد ثلاث ياردات من النموذج. هل ظلال القمر كبيرة بما يكفى لاضفاء الظل على الأرض بأكملها خلال كسوف الشمس؟ كم طول المسافة التى تحتاج أن ترفع القمر إليها لتجنب ظل الأرض؟ (سيكون المصباح ذو الحيز الضوئى الواسع أفضل فى صنع الظلال).

(*) يكون القمر أكثر لمعانًا عند نقطة الحضيض القمرى (أقرب نقطة للأرض) بنسبة 30 بالمائة أكثر من نقطة الأوج القمرى (أبعد نقطة عن الأرض). لمزيد من التفاصيل انظر موقع: http://www.fourmilab.com/earthview/moon_ap_per.html



الفصل الخامس

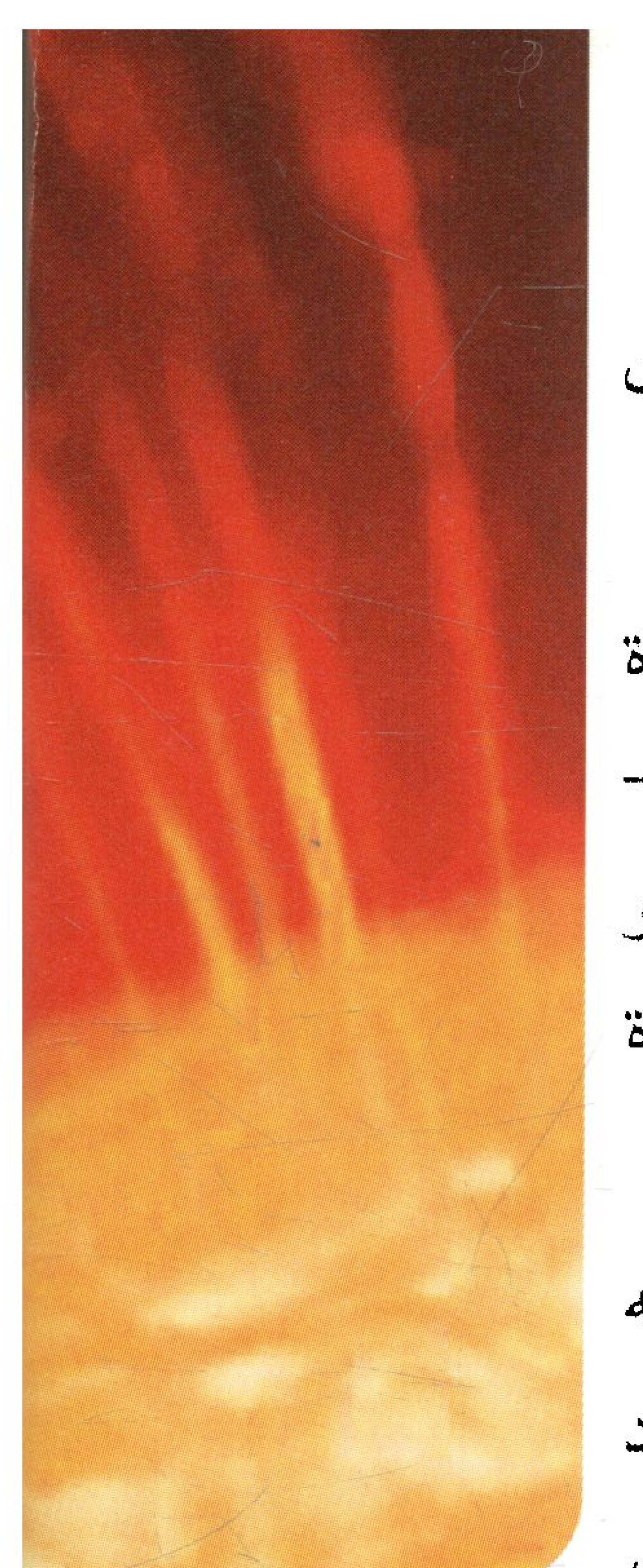
الحياة داخل القمـر

لن تكون المدن القمرية فوق القمر، ولكنها ستكون داخل القمر ـ تحت السطح أو فى كهوف صناعية. وذلك لثلاثة أسباب: السبب الأول- عدم وجود الهواء، فلن يستطيع البشر الحياة بالخارج؛ ولذلك فإن تغطية المركبات بالريجوليث القمرى أمر ذو جدوى للتقليل من فقد الهواء، وربما يكون حفر غرفة جديدة داخل إحدى الفجوات أقل فى التكلفة من إضافة المعادن الصناعية والمركبات البلاستيكية.

السبب الثانى- هو درجة الحرارة. فمتوسط درجة الحرارة فى أثناء أيام النهار 225 درجةً فهرنهايت (107°م) ومتوسطها فى أيام الليل -243 (-153°م) فهرنهايت، وعند القطبين تقل درجة الحرارة فى أيام الليل عن ذلك بأكثر من مائة درجة. الانتقال من الحرارة إلى البرودة ثم العودة إلى الحرارة من شأنه إفساد المحركات والصمامات. وتشير تقارير أبولّلو أن درجة الحرارة تحت السطح ببضعة أقدام تستقر حول صفر فهرنهايت (-18°م). وهى درجة حرارة أدفأ من بعض الأماكن على الأرض. سبب ثالث مهمٌّ للحياة داخل القمر، هو تجنب الإشعاعات الضارة، والإشعاعات الضارة تأتى فى صورة أشعة إكس وبروتونات آتية من الشمس وأشعة كونية (جزيئات سريعة الحركة) آتية من نجوم أخرى.

أصيب طاقم رواد أبوللو 14 بالإشعاعات أكثر من أى طاقم آخر. وكان إجمالى الكم الإشعاعى خلال رحلتهم ذات الأيام الستة حوالى 1 ريم (وحدة لقياس كمية الإشعاع فى الإنسان)، والريم الواحد يساوى نحو 10 من أشعة إكس أو الكمية التى يتعرض لها طيار فى عام؛ لأن الغلاف الجوى الذى يمنع الإشعاع يكون أقل فى الارتفاعات الشاهقة. وبالرغم من ذلك فإن خمسةً بالمائة فقط من الكمية التى تعرضت لها أبوللو 14 كانت فوق القمر. ومعظم الكمية كانت عند مغادرة الطاقم للمدار الأرضى، فقد مروا خلال أسمك

قد تتكون المدينة القمرية الأولى من كرة ضخمة قابلة للنفخ مثبتة داخل إحدى الفوهات ومغطاة بكتل من الريجوليث القمرى للحماية من الإشعاع. ورؤية الفنان فى الصورة الموضحة تبين زراعة العديد من النباتات للحفاظ على تجدد الهواء ولتوفير الطعام والجمال. وتظهر الأرض عند الأفق، لذا فلابد أن هذه المدينة القمرية تقع بالقرب من إحدى قطبى القمر.



جزء من أحزمة فان ألين الإشعاعية. وهذه الأحزمة عبارة عن جزيئات مشحونة يحتجزها مجال الأرض المغناطيسى.

يتلقى سطح القمر من 70 إلى 130 ريماً فى السنة. قد تبدو هذه الكمية كبيرة ولكنها ليست على قدر عال من الخطورة. فالإشعاع -مثل تلوث الهواء تماماً- مضرٌ لك ولكنه لن يقتلك إلا إذا تلقيت جرعةً كبيرةً مفاجئةً. لقد رأى رواد أبوللو جزيئات الإشعاع كبقع سوداء فى عيونهم، كما وجدوا بعض الحروق الصغيرة على جلودهم، وقد تم شفاء تلك الآثار سريعاً.

وبالرغم من ذلك فقد يكون للإشعاع آثار خفية، فقد يشق الجزىء طريقه خلال شريط الحامض النووى داخل جسم الإنسان. وقد لا تظهر آثاره إلا بعد ذلك بسنوات فى صورة إعتام فى عدسة العين أو طفرات أو سرطان. ولذا فإن الرواد يهبطون إلى الأرض بمجرد وصول إجمالى جرعتهم إلى 400 ريم. فالأطباء يقولون: إن الشخص الذى يتعرض لـ 400 ريم من الإشعاع يكون أكثر عرضة للإصابة بالسرطان فى أثناء حياته بنسبة 3٪ عن الشخص الذى لم يتعرض للإشعاع. والأمر يستغرق 4 سنوات لكى يتعرض الإنسان لتلك الكمية فوق سطح القمر. وباستخدام درع من الريجوليث بسمك 20 بوصةً تنخفض تلك الكمية إلى 20 ريماً فى السنة. وبالتالى فهذه الدرع تزيد من فترة البقاء على سطح القمر إلى 20 سنةً. وباستخدام المزيج من الدروع الأكثر سمكاً مع الرعاية الصحية الخاصة سيتمكن البشر من البقاء فوق القمر كما يشاءون. وذلك إذا ما تمكنوا من الاختفاء من الانفجارات!

الشواظ الشمسى ينتج إشعاعات قاتلةً. فقد ينتج عنه انفجارات فى بضعة أيام كميات من الإشعاع لا تتكون إلا فى عام. 100 ريم من إشعاع الانفجار يتسبب فى الإصابة بالقىء وفقدان الشعر، ونصف البشر الذين يتعرضون لكمية 300 ريم من الإشعاع المفاجئ يموتون. ولا يمكن لأى إنسان أن يعيش بعد التعرض لكمية 1000 ريم. وتحدث الانفجارات الخطرة فى المتوسط كل 11 سنةً. ويمكن لأدوات الكشف عن أشعة إكس تحذير البشر للبحث عن مخبأ تحت السطح.

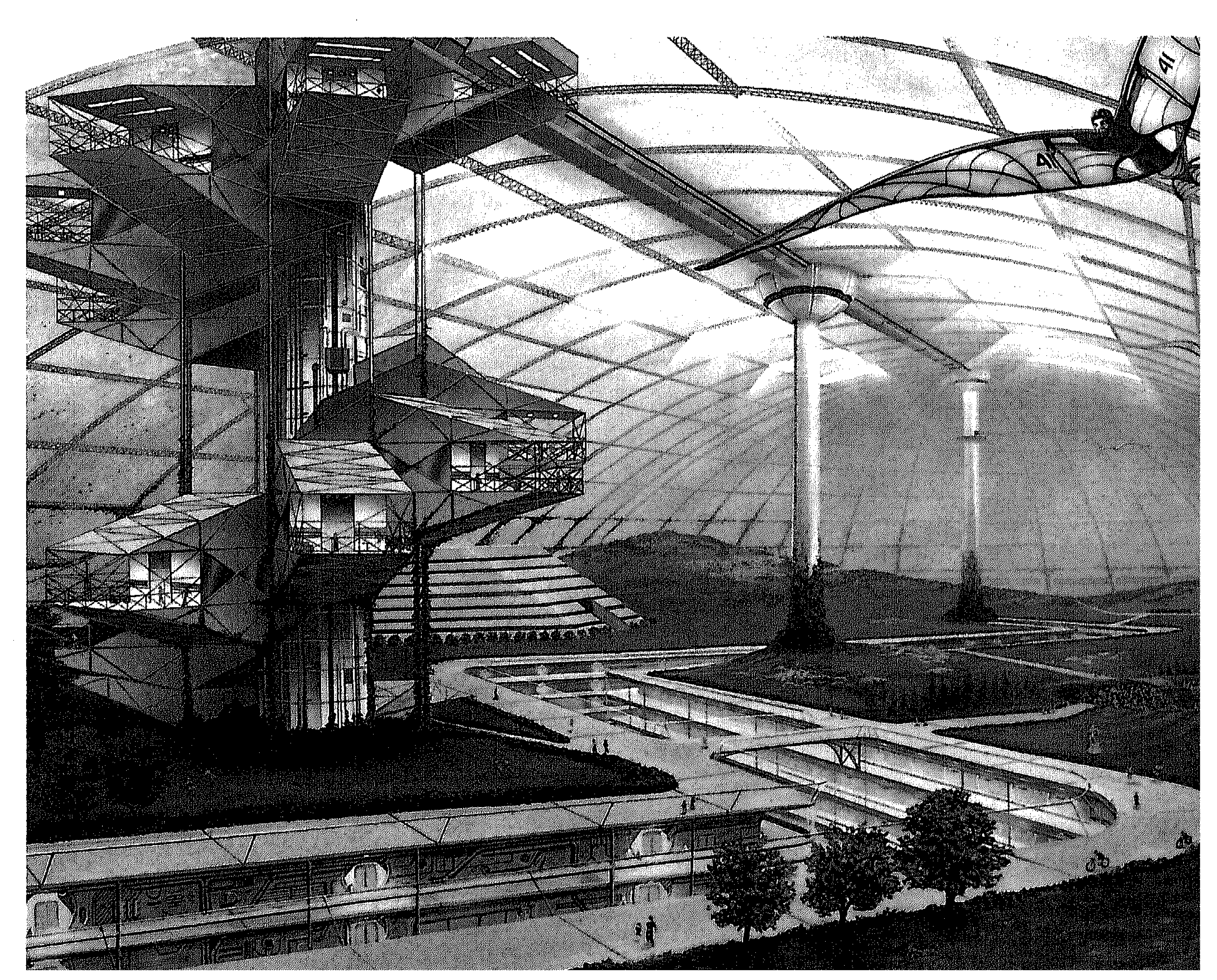
الصورة العلوية: كل 11 عامًا تقريبًا يضرب القمر انفجار شمسيٌ فينتج كمية عام من الإشعاع فى يوم. تتعقب الوكالة الوطنية للمحيطات والمناخ (NOAA) هذه الحوادث وتصدر إنذارات. يمكن للإشعاع أن يصل إليك فى الشمس أو الظل. تعمل المياه والريجوليث القمرى على منع الإشعاع. إلى اليسار: يقوم فنان بتوضيح كيف أن البشر يمكنهم تركيب أجنحة والطيران داخل الساحات المقببة على القمر بسبب الجاذبية الضعيفة. ولن يمكنهم الطيران خارجها بسبب عدم وجود هواء.

مرح الجاذبية الضعيفة

هل تحب أن تقفز أعلى من رأس صديقك؟ أو تركب أجنحةً وتطير عبر صالة الألعاب الرياضية؟ هذه الأمور ممكنة مع الجاذبية الضعيفة للقمر.

جاذبية القمر أضعف من جاذبية الأرض. أحد أسباب هذا أن القمر أصغر من الشمس. فحجم القمر يبلغ ربع حجم الأرض تقريباً، إلا أن جاذبيته تبلغ سدس جاذبية الأرض؛ وذلك لأن الباطن الحديدى للقمر صغير.

إذا كان وزنك 100 رطل (45,3كجم) على الأرض، فسيكون وزنك 17 رطلاً (7,7كجم) على القمر، وبالتالى يمكنك الوثب أعلى ست مرات. لن يمكنك الطيران فى الخارج؛ لأنه لا يوجد أى هواء يرفع الأجنحة، ولكن داخل كهف هوائىٍّ تحت الأرض سيحملك خفقان الأجنحة من فوق الأرض بسهولة.



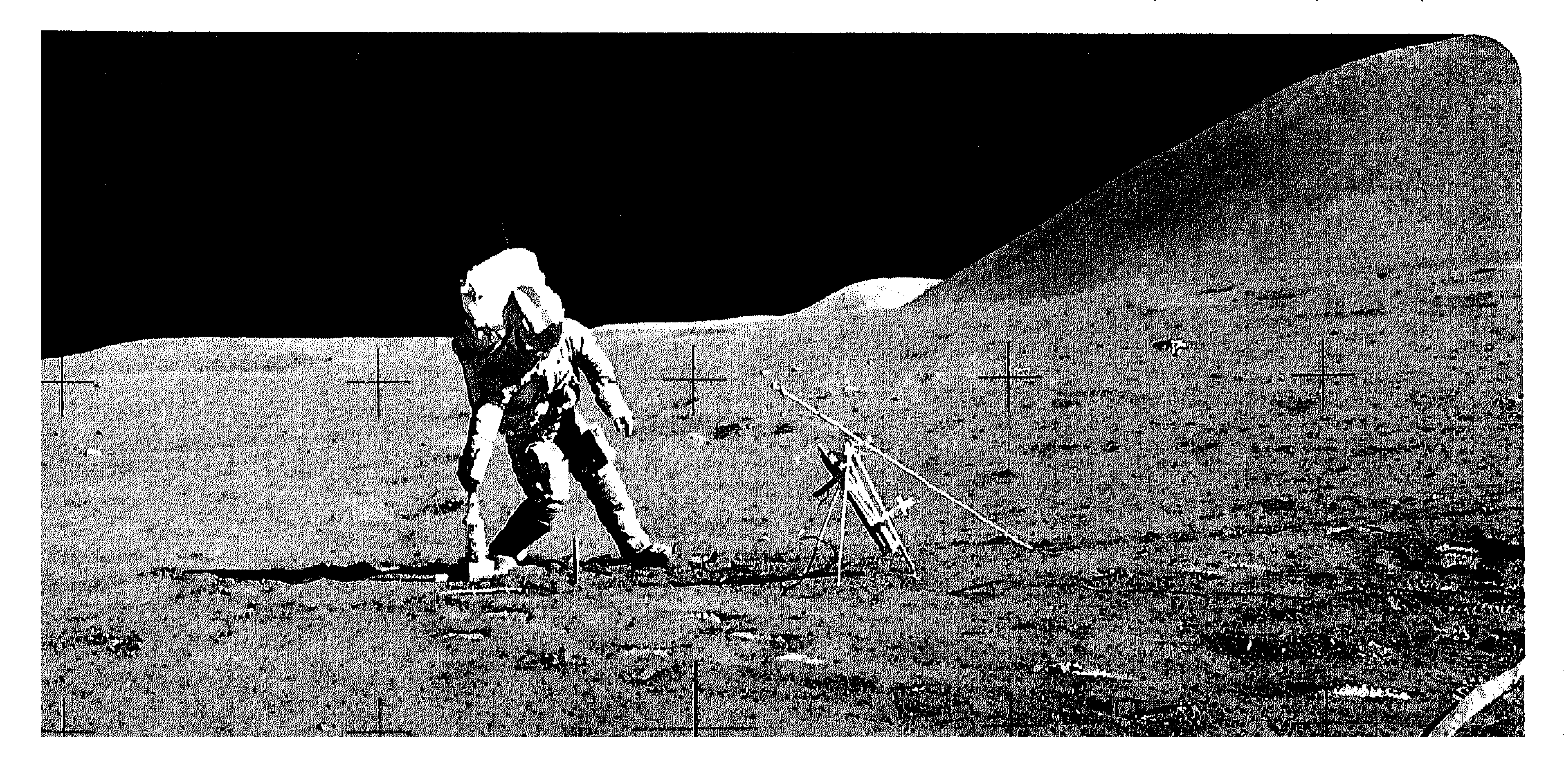
قال نيل أرمسترونج، أول رجل صعد إلى القمر: «لقد شعرنا براحة شديدة مع الجاذبية القمرية، فقد كانت فى الحقيقة من وجهة نظرنا أفضل من انعدام الوزن التام ومن الجاذبية الأرضية».

إنك لا تمشي مع وجود الجاذبية الضعيفة وإنما تتقافز. قال أرمسترونج: «أفضل ما يمكن أن أصف به التقافز على القمر أنه يمكنك رفع كلتا قدميك من فوق الأرض فى آن واحد وهو ما لا يمكنك تحقيقه على الأرض حيث تكون إحدى قدميك على الأرض دائمًا».

ودائمًا ما يتم تحذير السائرين على القمر من القفز السريع، كما وضح باز ألدرين بعد العودة من أبوللو 11 «لأن التضاريس تختلف إلى حدٍّ بعيد... فدائمًا ما ينبغى أن تتيقظ لما هو آت. على الأرض تهتم بما ستقابل على مدى خطوة أو خطوتين أما على القمر فينبغى أن تراقب ما سيأتى بعد أربع أو خمس خطوات».

التوقف أيضًا يحتاج إلى تخطيط. يقول آلان بين رائد أبوللو 12: «عندما تكون فى حالة حركة فوق القمر لا يمكنك أن تتوقف هكذا، فالأمر يشبه عندما تنزل من فوق تلٍّ على الأرض، عادةً ما تكون هناك صعوبة فى التوقف». لذا فإذا لم تبطئ من حركتك أولاً فربما تنزلق عن المكان الذى تبغى التوقف فيه».

ولحسن الحظ يكون السقوط خفيفًا من الجاذبية الضعيفة. على الأرض من الممكن أن يكون السقوط من ارتفاع 18 قدمًا (5,5م) مميتًا، وأما على القمر فسيكون كالسقوط من ارتفاعٍ ثلاثة أقدام (90سم). سيستغرق السقوط 2,6 ثانية وستكون شدته 9 أميال فى الساعة (14,4كم فى الساعة) فقط.



كما أن ضغط الجاذبية القمرية الضعيفة على الأورام والجروح يكون منخفضًا. ربما يذهب البشر يومًا ما إلى القمر للعلاج والحياة بدون ألم.

التجول فوق القمر

لم يتمكن طاقم رواد أبوللو من قيادة عربة القمر الجوال لأكثر من بضعة أميال من القاعدة. فإذا ما كسر أحدهم كان سيتعين عليهم العودة قبل أن تنفد الطاقة داخل حللهم الفضائية. سيحل هذه المشكلة البيت القمرى المتنقل. فربما تستخدم هذه العربات القمرية خلايا وقود قابل لإعادة الشحن للحصول على الطاقة.

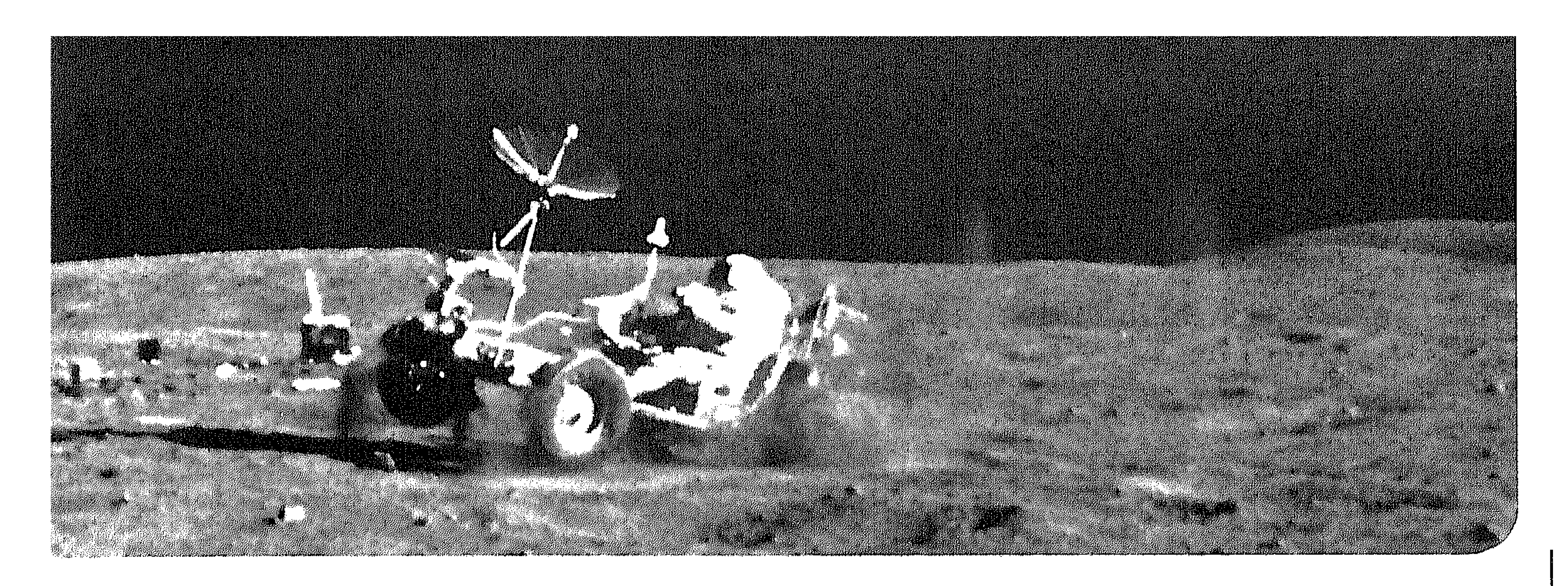
وحيث إنه لا توجد طرق ينبغى أن يختار القائد الطريق بعناية. قال إد ميتشل بعد رحلة أبوللو 14: «أحيانًا ترى فوهةً كبيرة الحجم منخفضةً أمامك مباشرةً فتكاد تصاب بالاكتئاب. (وبعد ذلك) تنظر إليها من زاوية مختلفة، فتجد أنها قد ذهبت». يطلق الرواد على ذلك «مرحلة الصفر» ـ عندما كانت الشمس خلفهم مباشرةً. يقول ميتشل: «تختفى الأشياء من أمامك، ولا يمكنك رؤيتها. إن ذلك يشبه عمى الجليد إلى حد ما». الظلال تكون قصيرةً وقت الظهيرة، ويحتاج قائدو الطوافات الجوالة أن يهدئوا من سرعتهم لكيلا يسقطوا من فوق جرف».

كما يمكن أن يكون الغبار القمرى الناعم زلقًا. وقد جاء فى تقرير جون يانج فى أثناء رحلة أبوللو 16: «إن الأمر يشبه القيادة فوق الجليد. ذات مرة ارتفعت عجلتان من فوق الأرض وانحرفتا إلى الجانب».

قام جين كيرنان وهاريسون شميث بتثبيت سرعة عربة القمر الجوال عند نزول التل فى أثناء رحلة أبوللو 17. يقول كيرنان: إن هذا قد جعل كليهما أسرع قائدى سيارات فى العالم. فإذا ما أضيفت سرعة 11 ميلاً فى الساعة (17,7كم فى الساعة) إلى سرعة القمر حول الأرض يكون الإجمالى 2290 ميلاً فى الساعة (3684,6كم فى الساعة)..!

سيكون لدى المستكشفين الأوائل بعض المرح فى البحث عن أفضل الطرق وإنشاء الشوارع بين القواعد القمرية.

لم تكن حلل أبوللو الفضائية تنثنى عند الوسط كحلل الفضاء الحديثة. فكان الرواد يثنون سيقانهم وينزلون لأسفل لالتقاط أى شىء. وكانت القفازات لا تثنى بشكل جيد أيضًا. وكانت أصابع الرواد المضغوطة تتورم للخارج وبعد يوم من مقاومة الضغط كانت أصابع الرواد تبدو ممتلئةً بالدم المحتبس وأظافرهم سوداء من الكدمات.



آخر ما وصل إليه العلم من طعام

ستكون الحياة داخل مركبة قمرية كالحياة داخل غواصة بحرية. فإلى أن يتم حفر الكهوف الصناعية، لن يكون هناك مكان كبير. ستكون حجرات النوم فى حجم الخزانات الصغيرة، وربما تكون السرر على صورة أراجيح شبكية من الحبال. وفى ظل الجاذبية الضعيفة لن يكون لهذه الأشياء وزن كبير.

هل أنت مستعدٌ لشرب بول معاد تدويره؟ ربما يبدو الأمر فظًا، ولكن إعادة تدوير الماء أمر مهمٌ على سطح قمر جاف. لقد تم ابتكار نظام لإزالة الجراثيم والمخلفات من البول وتحويله إلى ماء نقيٍّ. وقد أقسم المتطوعون أن طعمه كان حسنًا.

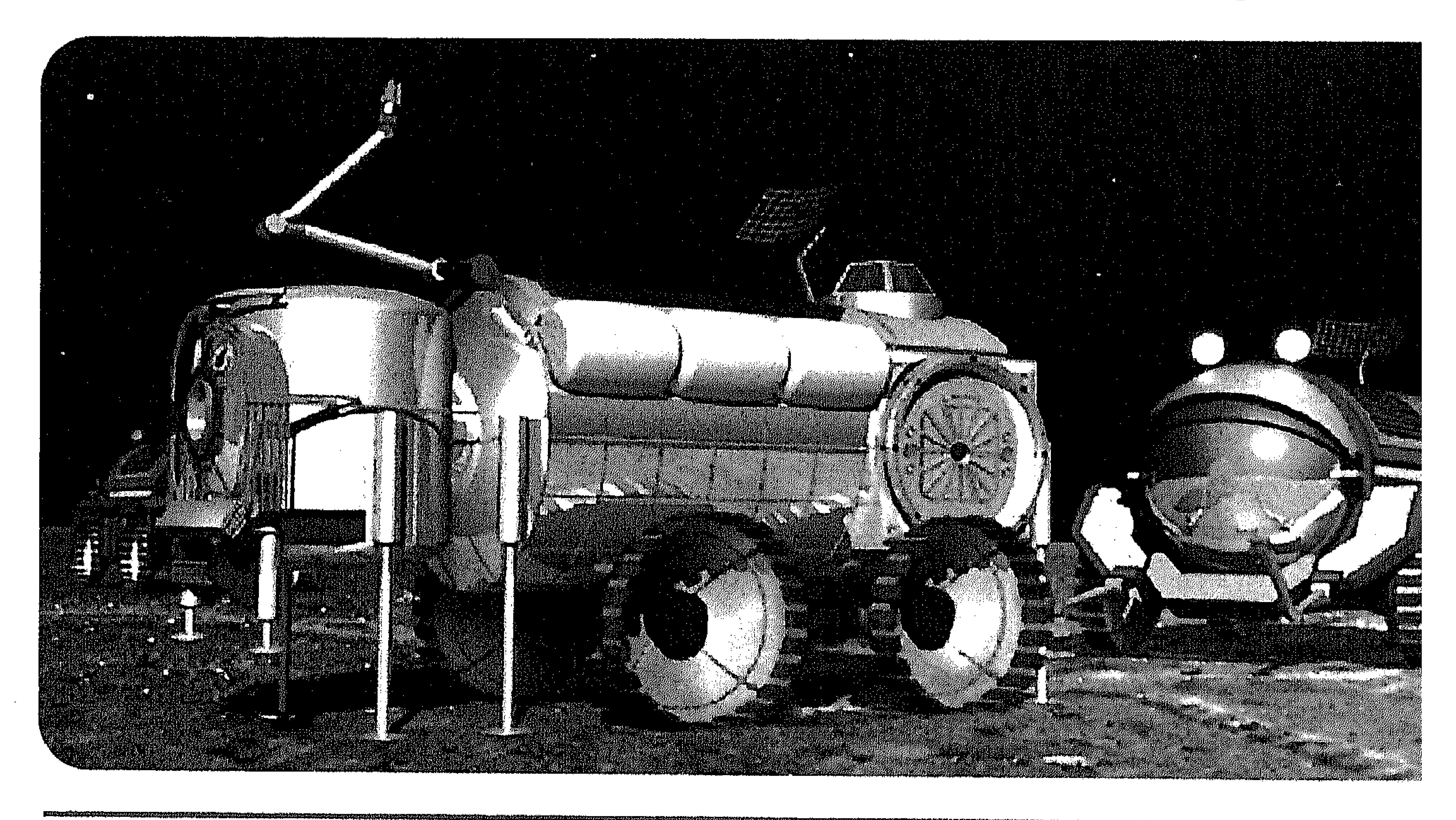
ستقلل مركبة الصوبة الزراعية أيضًا من احتياجات القاعدة للإمدادات. فالنباتات تمتص ثانى أكسيد الكربون وتخرج الأكسجين. فى إحدى اختبارات الوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا)، تم وضع رجل فى غرفة لمدة 30 يوماً مع 30,000 نبتة قمح. ولقد أمدته هذه النباتات بما يحتاج إليه من الأكسجين.

هل لك فى فطيرة بطاطس؟ ستكون البطاطس من أهم المحاصيل التى تزرع على القمر. فنحو 80 بالمائة من النبات يمكن أكله. تبين دراسات الوكالة الوطنية للطيران والفضاء (ناسا) أن البطاطس يمكنها إمداد رائد الفضاء بأكثر من نصف احتياجاته من الطعام، كما أنه لا يحتاج إلى تربة ويمكنه النمو فى الماء المعدنى.

وسيكون القمح أيضًا من المحاصيل القمرية الأولية. فالقمح المهجن للزراعة فى الفضاء قصير وسريع النمو، ولا يحتاج إلى مكان كبير أو موارد. وفى حين تحتاج البطاطس إلى بعض الظلام. يمكن للقمح أن ينمو فى النور الدائم. وهو ما يمثل أفضل استغلال لأسبوعى النهار على القمر. (وسيتم استخدام ضوء صناعىٍّ خلال أيام الليل).

ومع نمو القاعدة القمرية يمكن إضافة النحل إلى الحدائق لتلقيح المحاصيل وإنتاج العسل. ويمكن للسمك أن يساعد فى تنظيف الماء والإمداد بالطعام. ويمكن تربية الدواجن لإنتاج البيض واللحم. ولكن لا تأمل فى وجود أبقار تتقافز فوق القمر، فهى تحتاج إلى العديد من الموارد.

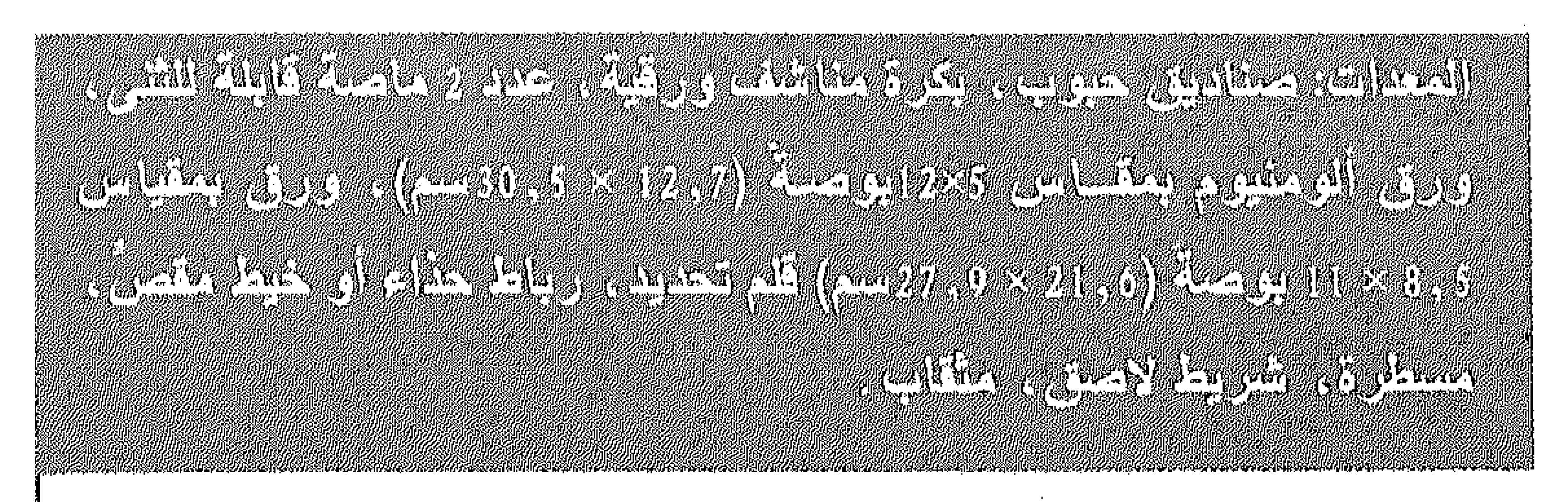
سيبقى القمر دائمًا مختلفًا عن الأرض. فستظل الجاذبية أضعف والإشعاع أكبر والسماء حالكة السواد ودرجات الحرارة مفرطةً. هذه الأشياء تعتبر موارد تمامًا كالأكسجين والهليوم 3. وستكون مهمة ومتعة الرواد الأوائل كيفية إيجاد وسائل فعالة لاستغلالها. سيكوّنون العادات والأعياد ويبتكرون الرياضات وينشئون المدن والقرى. ويومًا ما ربما تحكى كتب التاريخ قصة رواد القمر الأوائل وكيف أمكنهم إقامة أول بيت على القمر.

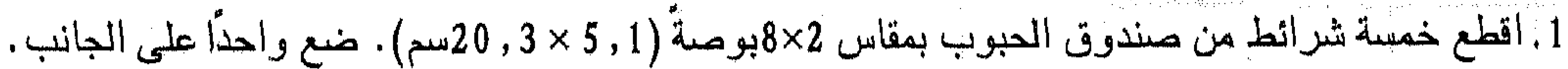


على اليمين: جون يانج يقود العربة القمرية التابعة للمركبة أبوللو 16 لإجراء اختبار قيادة على سطح القمر. يسقط الغبار الذى تثيره العجلات ببطء بسبب ضعف الجاذبية. يقول هاريسون شميت عن العربة: «هى مزيج من عربة جولف وسيارة رمال». وباستطاعتها الارتقاء فوق مسطحات تبلغ درجة ميلها 25 درجةً. عندما تصطدم بمطبٍّ فى جاذبية لا تتعدى سدس الجاذبية الأرضية... فستقضى الأمتار العشرة (33 قدمًا) التالية مرتفعًا عن الأرض. علمًا بأن سطح القمر يعج بالحفر والمطبات». لقد كانت العربات الأربع التى تركت على سطح القمر غير صالحة للاستعمال أكثر من ذلك. فقد نضبت طاقة بطارياتها منذ وقت طويل. لأعلى: العربات المضغوطة التى تستخدم خلايا الوقود يمكن استخدامها كمعسكرات قديمة مؤقتة. فى هذه الصورة تقف عربة فى غرفة معادلة الضغط (وهى ما قد يؤدى إلى قاعدة مستقبلية تحت الأرض) فى حين تنتظرها العربة الأخرى. ستحتوى العربات على كشافات إضاءة كبيرة للرؤية فى الظلال المظلمة. وستعمل الأغطية الذهبية على النوافذ على حجب الإشعاع. وستشير الهوائيات نحو الكرة الأرضية.

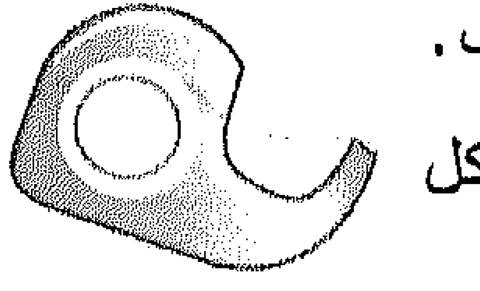
نـشــــاط

اسـتكشـافـات عـربــة الجـوال القمـرى


المعدات: صناديق حبوب، بكرة مناشف ورقية، عدد 2 ماصة قابلة للثنى، ورق ألومنيوم بمقاس 5×12بوصة (12,7 × 30,5سم)، ورق بمقياس 8,5 × 11 بوصة (21,6 × 27,9سم) قلم تحديد، رباط حذاء أو خيط مقصٍ، مسطرة، شريط لاصق، مثقاب.



الجزء الأول: العجل العريض يمنح قيادةً مستقرةً



1. اقطع خمسة شرائط من صندوق الحبوب بمقاس 2×8بوصةً (1,5 × 3 , 20سم). ضع واحداً على الجانب.
2. ارسم خطًا بالطول متجهاً نحو مركز الشرائط الأربع. ارسم نقاطًا على هذا الخط بحيث تفصل بين كل نقطة وأخرى بوصة واحدة.
3. اثن بطول الخط باستخدام المسطرة للحفاظ على الاستقامة.
4. اقطع شقا طوليا باتساع 1 بوصة (2,5سم) (مستخدماً النقاط) من الحافة إلى المنتصف على جانب واحد من كل شريط.
5. لف الشريط بحيث تلتقى النهايتان وتنثنيان إلى الداخل. أمن النهايات بالشريط اللاصق. شكل العجل حتى يصبح دائرى الشكل قدر الإمكان. وألصق الأطراف الخارجية.

الجزء الثانى: طرق القمر الطينية ستصبح متسعةً بقدر طول محور عربة الجوال القمرى.

1. ارسم خطا من طرف أسطوانة ورق التواليت إلى الطرف الآخر. اصنع ثقوباً على هذا الخط على بعد 4/3 بوصة (1,9سم) من كل طرف.
2. اثن الورقة عند المنتصف من أعلى إلى أسفل. اقطع شريطًا بعرض 1 بوصة (2,5سم) من مكان الثنى إلى أسفل (بطول 5,5بوصة) (14سم). اثن الشريط من المنتصف.
3. لف الورقة حول الأسطوانة بحيث يكون مركز الثنى بين الثقوب. ستلتقى أطراف الورقة عند الجانب المقابل من الأسطوانة بالضبط. ضع نقطًا لتحديد المكان. حدد الثقب بالنقاط. اصنع ثقوباً على بعد 4/3 بوصة (1,9سم) من كل جانب. هذه الثقوب تكون مقابلةً للمجموعةً الثانية مباشرةً.
4. اقطع الجزء القابل للثنى من الماصتين.
5. ادفع الماصتين داخل الثقوب فى الأسطوانة. شق أطراف الماصتين نحو الشرائط الثلاثة، بحيث يبلغ طول الشق 2/1 بوصة (1,3سم) على الأقل. افرد النهايات للخارج كالزهرة.
6. ضع شريطًا لاصقًا على الزهور بحيث يكون الجانب اللاصق للخارج. ضع عجلتين بحيث يبدوان كالأكواب. اضغط النهايات المغطاة بالشريط اللاصق من الماصات نحو المنتصف.
7. كرر الخطوة السادسة مع العجلتين الأخريين.

الجزء الثالث: خلايا الطاقة الشمسية للطوارئ. ستحتاج عربة القمر إلى قطار من الخلايا الشمسية ليعمل بدون بطاريات.

1. خذ الشريط الذى مقاسه 2×8بوصات (1,5×3 , 20سم) المتبقى من الكرتون. شق أحد الأطراف من المنتصف بعمق 1بوصة. اثن النصفين فى اتجاهين متقابلين بحيث يمكنهما الوقوفُ.
2. اقطع شريطًا بعرض 5 بوصات (12,7سم) من ورق الألومنيوم بطول 12 بوصةً (30,5سم). اثن أعلى ورق

الألومنيوم إلى أسفل بمقدار نصف بوصة (3, 1سم) وألصقها في ظل الجاذبية القمرية الضعيفة. يمكن للأشياء أن تكون طويلةً ورقيقةً.

3. ألصق الأطراف إلى قمة جسم عربة القمر.

4. اصنع ثقبًا في قمة الأسطوانة على بعد 4/3 بوصة (9, 1سم) من الطرف الأمامي. أدخل خيطًا أو رباط حذاء من خلال الثقب. خذ عربة القمر لاختبار القيادة.

الجزء الرابع: تحكم في عربة القمر عن بعد للعثور على «ممر» داخل منطقة مجهولة

1. دع مساعداً لك يقوم بإنزال عربة القمر في حجرة. أغلق الباب. سيختار المساعد أين يكون «الطريق» خلال «الجبال» (أثاث الحجرة) ويغلق جميع الممرات الأخرى بالصخور (وسائل). مهمتك أن تقوم بمسح المنطقة والعثور على الممر المفتوح بالاعتماد على تقارير عربة القمر.

2. ابدأ من عند الباب، ودع مساعدك «يقود» عربة القمر للأمام (يحملها ويمشي بها) حتى يصطدم بإحدى «الصخور» أو «الجبال». سيخبرك مساعدك بعدد الخطوات (من الكعب إلى الأصبع) التي تحركها.

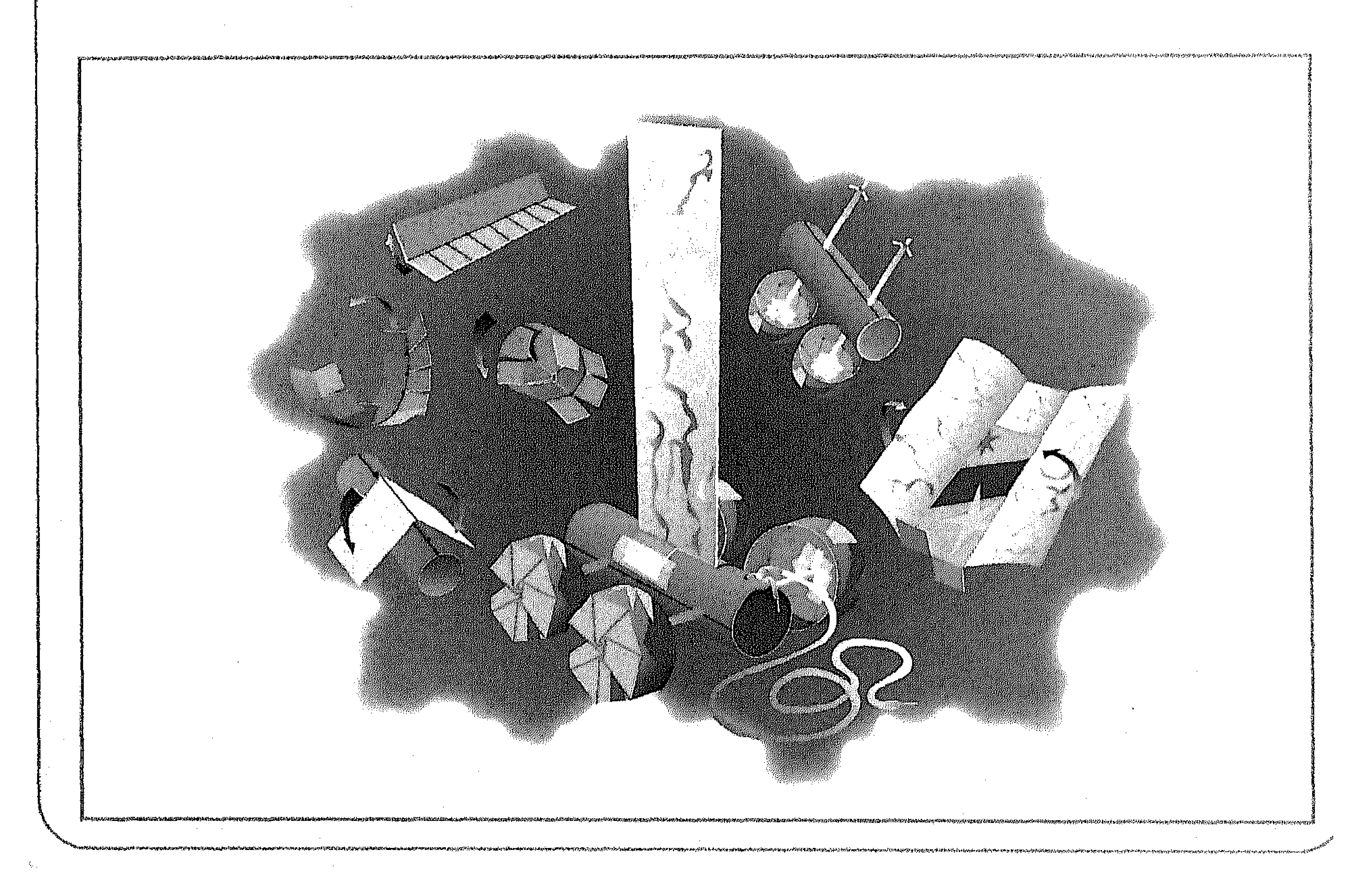
3. استخدم مسطرةً لتخطيط مسار عربة القمر على الورق، بواقع نصف بوصة لكل خطوة. ارسم دوائر كعقبات. دع مساعدك يحرك عربة القمر إلى اليمين وإلى اليسار حتى يصطدم بشيء آخر.



4. كرر الخطوة رقم 3 حتى يخبرك مساعدك أن عربة القمر قد عثرت على الممر. استخدم الخريطة التي خططتها لتحدد كم خطوةً ستحتاج أن تخطوها لتصل من الباب إلى الممر.

5. أغمض عينيك وافتح الباب. اتبع اتجاهاتك التي استنتجتها لتصل إلى الممر. افتح عينيك. هل وصلت.

6. بدل الأدوار مع مساعدك. هل أنت أفضل في الرصد أم القيادة.



المصطلحات

أبوللو: مشروع الولايات المتحدة الذى عمل رحلات إلى القمر بين عام 1968 وعام 1972 ، وأبوللو هو اسم أحد آلهة الإغريق.

أحزمة فان إلين الإشعاعية: منطقتان حول الأرض حيث تحتجز الجزيئات المشحونة كهربيّاً داخل المجال المغناطيسى للأرض. تلقى رواد أبوللو 14، 95 بالمائة من كمية الإشعاع التى أصابتهم فى أثناء مرورهم بهذه الأحزمة.

الأشعة الكونية: جزيئات سريعة الحركة من الإشعاع من خارج المجموعة الشمسية، يمنع الماء والريوليث هذه الأشعة.

الإمبريوم: اسم بحر قمرى كبير على الجانب القريب.

الاندماج: اتصال ذرتين أو أكثر فى درجة حرارة مرتفعة لتكوين ذرات من عناصر أثقل. من الممكن أن يستخدم الاندماج «الهليوم 3» القمرى.

الأوج القمرى: النقطة التى يكون فيها القمر فى أبعد موضع له عن الأرض: 252،000 ميل (405،468 كم).

البازلت: صخر داكن اللون غنى بالحديد والماغنيسيوم يتكون بتجمد الحمم، يوجد البازلت القمرى فى الماريا.

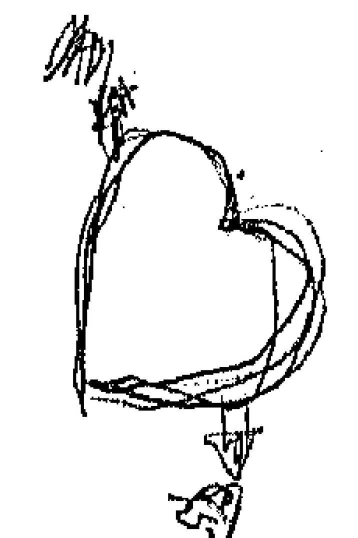
بريشة: صخور مكونة من شظايا صخور أخرى نتيجة الارتطامات.

التقافز: نوع من الوثب لضعف الجاذبية ويتميز بارتفاع القدمين عن الأرض فى آنٍ واحدٍ.

التحليل الكهربى: استخدام التيار الكهربى لفصل مركب إلى مكوناته الكيميائية مثل فصل الماء إلى هيدروجين وأكسجين.

تحليل الماجما الكهربى: طريقة لإزالة الأكسجين من الصخور وتحتاج إلى صهر الصخور فى درجة حرارة مرتفعة.

التيتانيوم: معدن يستخدم فى الطائرات ومركبات





الفضاء؛ لأنه يبقى على صلابته فى درجات الحرارة الفائقة.

الجانب البعيد: جانب القمر الذى لا يواجه الأرض فى كل الأوقات، وهو ليس مظلمًا فهو يتلقى من كمية ضوء الشمس كالتى يتلقاها الجانب القريب.

الجانب القريب: جانب القمر الذى يواجه الأرض دائمًا.

الحضيض القمرى: النقطة التى يكون فيها القمر فى أقرب موضع له من الأرض: 226،000 ميل (363،634 كم).

خفض الهيدروجين: طريقة لإزالة الأكسجين من الصخور القمرية باستخدام غاز الهيدروجين.

خلايا الوقود: بطاريات قابلة لإعادة الشحن وتجمع بين الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الكهرباء والماء، ويمكن أن تستخدم كمصدر طاقة للعربات القمرية المتجولة ولتخزين الطاقة الشمسية لاستخدامها فى أثناء أيام الليل.

ريجوليث: صخور غير متماسكة وقطع معدنية تنتج عن الارتطامات، سطح القمر مغطى بالريجوليث.

الريم: وحدة قياس الإشعاع. 1 ريم يساوى الإشعاع الصادر من 10 خزانات أشعة إكس.

ساتورن 5: صاروخ يُستخدم بواسطة مشروع أبوللو لإطلاق الرواد إلى القمر.

سويوز: صاروخ روسى ومركبة فضائية تأخذ الناس من وإلى محطة الفضاء الدولية.

مير: (مفرد، والجمع ماريا) الكلمة اللاتينية لكلمة بحر. تتكون الماريا عندما تفيض الحمم الداكنة فى الفجوات العميقة.

طول الليل: وقت الليل على سطح القمر، ويستغرق أسبوعين.

طول النهار: وقت النهار على سطح القمر، ويستغرق أسبوعين.

العربة القمرية: عربة ذات عجلات تُستخدم لاستكشاف مكان جديد كالقمر.

الكوكب الأولى: جسم فى طريقه ليصبح كوكبًا.

كريب: اختصار لرموز عناصر البوتاسيوم K والعناصر النادرة Rare والفوسفات P. تحتوى المنطقة التى هبطت فيها أبوللو 14 على أكبر كمية من الكريب.

يبلغ ارتفاع جبل هادلى 15,000 ميل فوق مستوى بحار الماريا القمرية، وأطول من قمة جبال روكى بالولايات المتحدة. يتذكر رائد الفضاء ديف سكوت قائلاً: الشىء المدهش بالنسبة لى أنه لا توجد قمم حادة، الجبال القمرية مستديرة جداً، لكنها ضخمة، تبدو الجبال البعيدة أعلى على القمر وذلك لأن الأفق أقرب منه على الأرض. من على ارتفاع ستة أقدام من أرضية ملساء، يبلغ بعد الأفق حوالى ثلاثة أميال على الأرض، أما على القمر فهو نصف هذه المسافة.

الإلمانيت: معدن مكون من الحديد والتيتانيوم يوجد فى البازلت البحرى ويمكن أن يُستخدم كمصدر للأكسجين.

لوكس: اختصار لكلمتى الأكسجين السائل وهو الذى يتم إنتاجه عن طريق تبريد غاز الأكسجين. ويُستخدم فى محركات الصواريخ وخلايا الوقود ولصناعة الهواء.

المركبة القمرية: مركبة من مركبات أبوللو تهبط على سطح القمر. وبعد كل مهمة يتم التخلص منها وتحطيمها على سطح القمر.

المستكشف القمرى: مركبة فضائية بدون قائد من البشر ترصد القمر من المدار القمرى. فى يوليو 1999 اصطدمت بالقطب الجنوبى للقمر. وكانت تحمل رماد العالم الجيولوجى يوجين شوميكر.

نافذة الإطلاق: الفترة الزمنية التى يمكن فيها إطلاق المركبة الفضائية لتصل إلى هدفها باستخدام أقل كمية من الوقود، تفتح نوافذ الإطلاق القمرية كل أسبوعين.

النجم الشمالى: نجم يقع فوق القطب الشمالى، نجم الأرض الشمالى يسمى النجم القطبى، أما القمر فليس له نجم شمالى.

نظرية الارتطام الكبير: نظرية تقول: إن القمر تكوّن نتيجة ارتطام بالأرض فى بداية نشأتها.

أنورثوسيت: صخور مكونة من الكالسيوم والألومنيوم والسيليكون والأكسجين ولونها يتراوح بين الأبيض والرمادى، وتكون القشرة الأصلية للقمر.

الهليوم 3: نوع من الهليوم يحتوى على نيترون واحد بدلاً من اثنين فى النواة، وهو الوقود الأمثل للاندماج النووى.

وحدة القيادة والخدمات: مركبة من مركبات أبوللو الفضائية التى تقل الرواد من الأرض إلى المدار القمرى وتعيدهم إلى الأرض ثانية بعد انتهاء مهمتهم على سطح القمر.

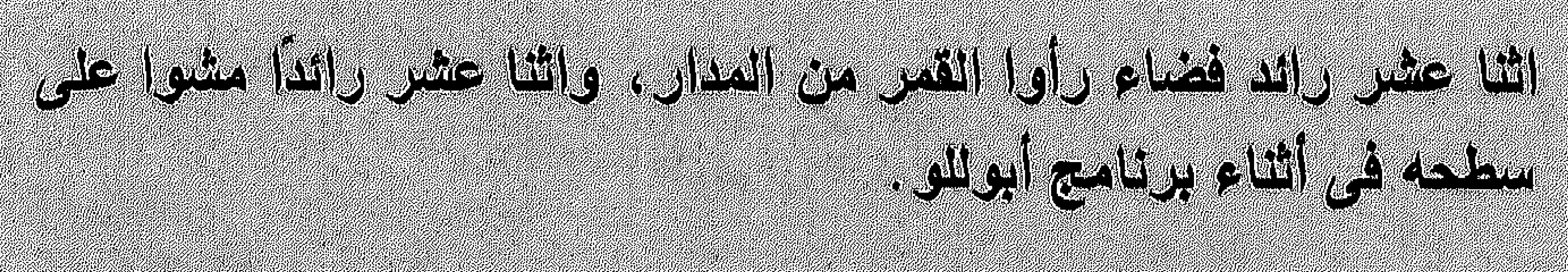
ينابيع النار: حمم بركانية تحت ضغط عال تكون نافورة من القطرات الدقيقة على السطح، وقد تسبب ينبوع نارى فى تكوين الفقاقيع البرتقالية التى تم العثور عليها فى أبوللو 17.



إلى اليسار: صورة آخر إنسان مشى على القمر، رائد الفضاء سيرنان (رحلة أبوللو 17) يحى علم بلاده، كتب على لويحة تركها مكان هبوطه: هذه كلمتنا التى ستكون هنا حتى يأتى شخص مثلنا، حتى يأتى بعض منكم إلى هنا، الذى هو أمل المستقبل، عد إلى هنا لتقرأ هذه الجملة ثانية، ولمزيد من الاستكشاف وهو المقصود من برنامج أبوللو.



رجــال القمــر



اثنا عشر رائد فضاء رأوا القمر من المدار، واثنا عشر رائداً مشوا على سطحه فى أثناء برنامج أبوللو.

الذين داروا حول القمر

1. فرانك بورمان	أبوللو 8
2. جيم لوفل	أبوللو 8، 13
3. بيل أنديرز	أبوللو 8
4. توم ستافورد	أبوللو 10
5. مايك كولينز	أبوللو 11
6. ريتشارد جوردون	أبوللو 12
7. جون سويجرت	أبوللو 13
8. فريد هيز	أبوللو 13
9. ستيوارت روسا	أبوللو 14
10. ألفريدووردين	أبوللو 15
11. كين ماتينجلى	أبوللو 16
12. رون إيفانز	أبوللو 17

الذين مشوا على القمر	تاريخ الميلاد	مشى على القمر	أبوللــــو
1. نيل أرمسترونج	30/8/5	69/7/20	11
2. باز ألدرين	30/1/20	69/7/20	11
3. بيت كونراد	30/7/2	69/11/20-19	12
4. آلان بين	32/3/15	69/11/20-19	12
5. آلان شيبرد ★	23/11/18	71/2/6-5	14
6. إد ميتشل	30/9/17	71/2/6-5	14
7. ديف سكوت	32/1/6	71/7/31-29	15 ،9
8. جيم إيروين	30/3/17	71/7/31-29	15
9. جون يونج	30/9/24	72/4/23-20	16 ،10
10. تشارلى ديوك ★★	35/10/3	72/4/23-20	16
11. يوجين سيرنان	34/3/14	72/12/14-11	17 ،10
12. هاريسون شميت	35/7/3	72/12/14-11	17

★ الأكـــبر ★★ الأصغر

الكشــاف

الأرقام المكتوبة بالخط الثقيل تشير إلى صور

ماذا لو اعتبرنا القمر وطنًا لنا؟، ربما سنقول :

- سنتنفس الهواء من الصخور.

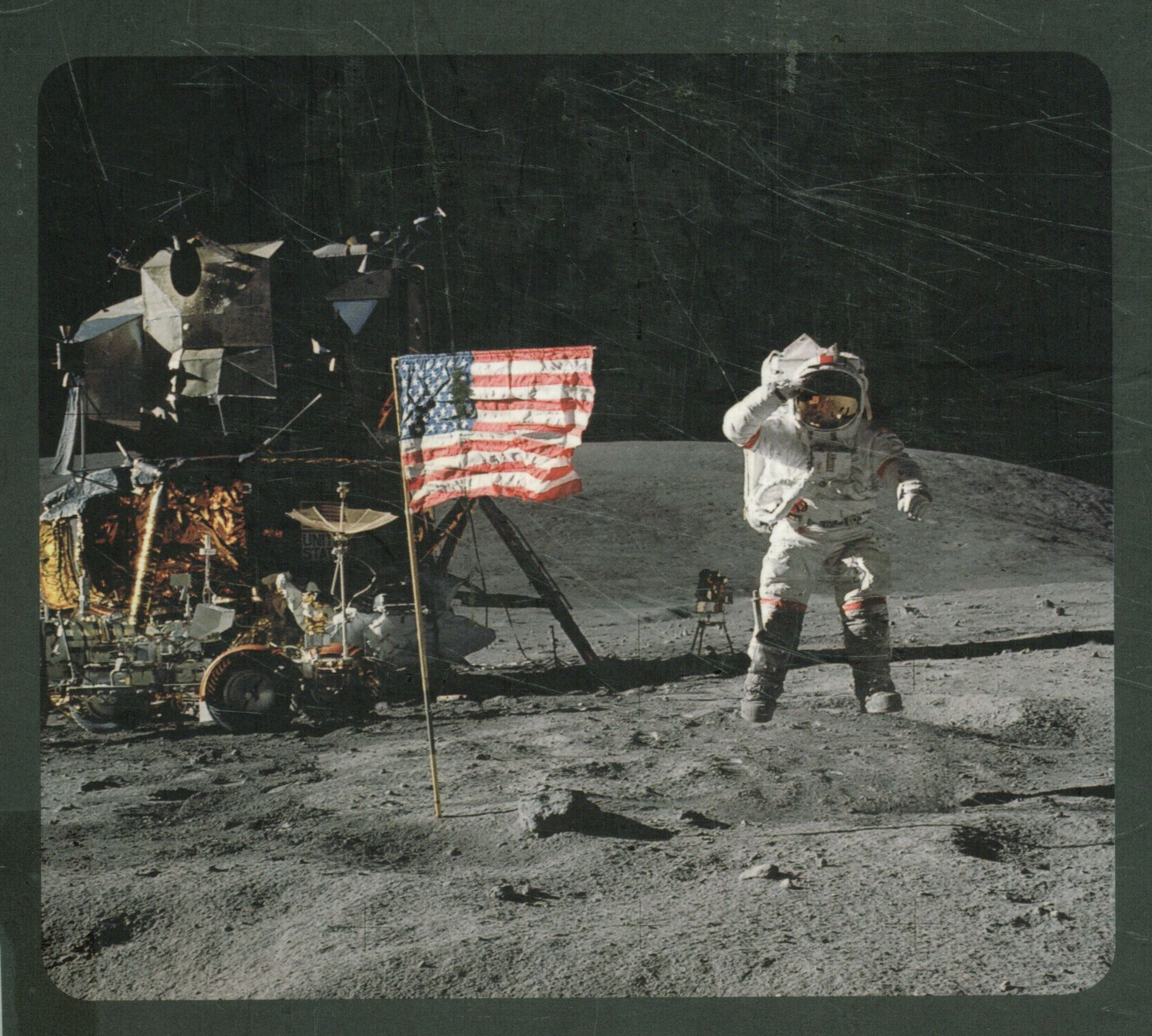
- سنقود جوّال القمر لزيارة أصدقائنا.

- سنضع أجنحة ونطير داخل المستعمرة القمرية على سبيل ممارسة بعض التدريبات الرياضية.

- سنقضى الإجازة فى الجانب الآخر من القمر لنلقى نظرة على الكون الفسيح.

فى هذا الكتاب تقدم لنا المؤلفة صورة لما سيكون عليه الحال لو أن البشر استطاعوا أن ينشئوا مجتمعات على سطح القمر.

كتاب يأخذنا إلى آفاق بعيدة من الخيال المبنى على العلم.



رائد الفضاء الأمريكى چون يانج عام 1972 -رحلة أبوللو 16 - يتحرك ببطء على سطح القمر ضئيل الجاذبية، بعد قفزة ليحيى علم بلاده



